

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTE A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR JOHANNE LAPOLICE

DISCRIMINATION TACTILE CHEZ LES INDIVIDUS ATTEINTS D'ANOMALIE
DU CORPS CALLEUX

AVRIL 1991

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre premier - Contexte théorique et expérimental	3
1. Le corps calleux	6
1.1 Anatomie du corps calleux	6
1.2 Phylogénèse du corps calleux	9
1.3 Ontogénèse du corps calleux	10
1.4 Callosotomie adulte	12
1.4.1 Études animales	12
1.4.2 Études humaines	13
1.5 Rôle du corps calleux	16
2. La plasticité cérébrale infantile	18
2.1 Agénésie du corps calleux	18
2.2 Callosotomie infantile	21
2.3 Mécanismes compensatoires	22
3. Le système somesthésique	25
3.1 Transfert de l'information somesthésique	25
3.2 Rationnel des tâches tactiles dans cette étude	26
4. L'hypothèse de travail	27
Chapitre II - Description de l'expérience	30
1. Présentation de l'échantillon expérimental	31
2. Bref sommaire des tests préliminaires	32
2.1 Test de dominance latérale	33
2.2 Examens moteurs	33
2.3 Examen somato-sensoriel	35
3. Description des dispositifs expérimentaux	36
4. Élaboration de la procédure	39
4.1 Condition intra-manuelle	41
4.2 Condition inter-manuelle	42
4.3 Condition dichaptique	44
4.4 Reconnaissance et dénomination	45

Chapitre III - Analyse des résultats	47
1. Méthodes d'analyse	48
2. Résultats	48
2.1 Analyse des bonnes réponses	49
2.2 Analyse des temps de réponse	54
2.3 Analyse du lien bonnes réponses-temps	55
Chapitre IV - Discussion générale	57
1. Discussion des bonnes réponses	58
2. Discussion des temps de réponse	64
3. Discussion du lien bonne-réponse-temps	66
4. Discussion globale	67
Conclusion	69
Appendice A - Protocoles expérimentaux	71
Références	85

Sommaire

Cette étude expérimentale a tenté de vérifier l'importance du corps calleux lors d'une activité sensorielle, à savoir une épreuve tactile. De surcroît, elle aspirait à trancher entre deux conceptions quant au rôle dynamique de cette structure d'association interhémisphérique. Pour ce faire, le groupe expérimental, d'individus souffrant d'agénésie partielle du corps calleux ainsi d'individus ayant subi une callosotomie chirurgicale avant l'âge de onze ans, fut testée puis comparée à une population neurologiquement normale composée d'une part d'individus intellectuellement déficients et d'autre part d'individus ayant un quotient intellectuel normal.

Tous ces sujets furent soumis à deux types d'épreuves tactiles. D'abord, de petits stimuli composaient les tâches somato-sensorielles où une modification spatiale de l'objet a été opérée, puis les tâches verbales consistaient à identifier une lettre. Le sujet devait toucher le stimulus placé dans une cache, le mémoriser puis le comparer à l'objet suivant. La tâche impliquait l'utilisation de la main droite, de la main gauche, d'une alternance des deux mains, et finalement des deux mains simultanément.

Les résultats obtenus démontrent que la présence du corps calleux semble nécessaire à une bonne identification tactile d'un objet touché sans le support visuel. Par ailleurs, les fibres calleuses accroîtraient alors la performance des hémisphères cérébraux et seraient donc essentielles à un bon transfert interhémisphérique de l'information tactile.

Introduction

L'état des connaissances actuelles quant au fonctionnement du cerveau dépend principalement des études réalisées auprès de patients ayant subi des agressions cérébrales. Une des plus populaires régions étudiées est le corps calleux. Son ampleur anatomique fait de cette structure cérébrale une cible extrêmement manœuvrable lors d'études physiologiques et une énigme des plus fascinantes au point de vue fonctionnel. Elle est d'autant plus intéressante qu'il se présente un modèle naturel de lésion calleuse: c'est l'agénésie du corps calleux. Bien que les recherches se multiplient dans ce secteur, les tests utilisés en laboratoire semblent plutôt simplistes et tendent à séparer les agénésiques des callosotomisés de telles sortes que l'agénésie n'aurait apparemment aucune conséquence comportementale contrairement à la callosotomie adulte. Aussi, nous proposons une série d'épreuves tactiles auxquelles nous avons ajouté le critère mnésique augmentant ainsi la complexité.

Notre principal objectif consistera donc à mettre en relief le déficit occasionné par la séparation naturelle des deux hémisphères cérébraux. Pour atteindre cet objectif, plusieurs expérimentations ont été effectuées. Toutefois, avant d'aborder directement cette matière, un dépouillement de la littérature scientifique sera d'abord élaboré.

Chapitre premier

Contexte théorique et expérimental

La présente étude porte sur les conséquences de l'absence du corps calleux lors d'épreuves tactiles. Le problème posé par l'absence des fibres calleuses a donné lieu à de nombreux travaux. Évidemment, l'ampleur anatomique de cette structure a suscité, depuis déjà des décennies, l'attention de maints chercheurs. Cependant, dans le cadre de cette étude, il serait fastidieux et inutile de présenter en détail, tous ces écrits. Conséquemment, uniquement les principales recherches et théories seront abordées. L'ordre de présentation facilitera le lecteur à cheminer, d'une manière progressive et logique, vers l'hypothèse de travail. Pour ce faire, ce chapitre est composé de quatre sections.

La première section concerne les multiples aspects généraux de la zone cérébrale impliquée dans cette étude. D'abord, le corps calleux sera décrit physiologiquement de sorte que le lecteur en comprenne son envergure anatomique et aussi l'intérêt scientifique qu'il éveille. Cette description sera suivie d'une brève histoire phylo- et ontogénétique du corps calleux. Puis, quelques études animales introduiront les recherches humaines; ces dernières permettront de mettre en relief le syndrome de déconnexion calleuse. Finalement, une explication concernant le rôle du corps calleux sera apportée.

Par ailleurs, un examen plus rigoureux quant à la singularité du corps calleux sera élaboré à la seconde section. En effet, le paradoxe de

l'agénésie du corps calleux sera abordé de même qu'une description des implications comportementales d'une callosotomie infantile. Les mécanismes compensatoires feront suite à ces thèmes.

La troisième partie est consacrée à l'aspect somesthésique. En effet, le parcours de l'information tactile ainsi que le transfert interhémisphérique d'une telle stimulation sensorielle seront abordés de façon à bien discerner le passage de ce type d'information dans le système nerveux. Ces explications mèneront le lecteur vers une compréhension plus claire quant au rationnel des tests employés dans le cadre de cette étude.

La quatrième partie conclura le chapitre premier. De cette section, il s'en dégagera, tel que prescrit par la logique scientifique, la formulation de l'hypothèse de recherche.

Il est à noter qu'une attention particulière sera portée sur l'aspect neuropsychologique de l'absence de la structure calleuse et les conséquences de cette anomalie. Considérant la modalité testée, il est évident que le traitement de l'information tactile sera également souligné avec insistance. Il convient maintenant d'accéder à la première section du présent chapitre.

1. Le corps calleux

1.1 Anatomie du corps calleux

A priori, le cerveau se divise en deux hémisphères cérébraux. Ceux-ci sont reliés entre eux par trois faisceaux de fibres interhémisphériques, nommément la commissure antérieure, la commissure hippocampique et la commissure calleuse. Cette dernière structure, le corps calleux, est la plus volumineuse des commissures interhémisphériques. En effet, elle constitue le plus grand ensemble de fibres cérébrales regroupant plus de 200 millions de fibres nerveuses, estimées à l'aide du microscope optique (Binkov et Glezer, 1968), ou plus de 800 millions telles que dénombrées par le microscope électronique (Innocenti, 1986; Lassonde et al., 1987).

La forme du corps calleux mérite un examen attentif. Cette épaisse masse blanche converge dans le sens antéro-postérieur du cortex cérébral. Ainsi, en coupe frontale, elle se distingue au-dessus des ventricules latéraux, formant de cette manière le toit du III^e ventricule. En coupe sagittale, cette structure arciforme se divise en quatre parties distinctes. La partie avant de forme arrondie, le genou, incurve sa partie inférieure et devient le rostrum. Le bout supérieur du genou, soit le tronc de la structure calleuse, se prolonge en s'éloignant du genou et allant vers l'arrière du cerveau. Il s'élargit pour graduellement s'enrouler à nouveau et prendre le nom de splénium. Le corps calleux se situe au fond de la scissure interhémisphérique. D'une manière générale, les fibres calleuses réunissent entre eux les deux lobes pariétaux, temporaux, frontaux et

occipitaux (Cook, 1986). Plus spécifiquement, le rostrum et le genou unissent les fibres provenant des lobes frontaux. Les axones des régions prémotrices passent par la partie antérieure du tronc calleux, les aires sensori-motrices par sa partie médiane et les régions temporales postérieures et supérieures par la partie caudale du tronc. Les aires inféro-temporales, étant postérieures, sont reliées au point de jonction entre le tronc et le splénium. Finalement, le splénium relie exclusivement les lobes occipitaux. Par ailleurs, les corps cellulaires des fibres calleuses sont situés dans les couches profondes de l'écorce cérébrale. Leurs cylindraxes émettent, dans l'hémisphère controlatéral, un très grand nombre de branches collatérales contribuant à enrichir le réseau déjà considérable des connexions interhémisphériques (Delmas, 1981).

Globalement, l'irrigation vasculaire du corps calleux est assurée par les artères cérébrales antérieures, spécifiquement par les artères péricalleuses. A ce titre, certains auteurs (Escourolle *et al.*, 1975) prétendent que les artères péricalleuses seraient, en réalité, une prolongation de la branche pariéto-occipitale et que celle-ci se transformerait en artère péricalleuse postérieure ou branche terminale de l'artère cérébrale antérieure.

Quant à l'ampleur anatomique de la structure calleuse proprement dite, elle est sujette à beaucoup de controverses. Les études s'intéressant à cet aspect démontrent que l'épaisseur du corps calleux adulte pourrait varier entre 0,5 et 1,5 cm (Rakic et Yakaovlev, 1968; Selnes, 1974; Harner, 1977),

et que sa longueur totale devrait mesurer entre 6,5 cm (Rakic et Yakaovlev, 1968; Selnes, 1974) et 7,2 cm (Witelson, 1985), voire même jusqu'à 8 cm. (Harner, 1977). Par ailleurs, des variations quant à la dimension du corps calleux ont été rapportées suite à l'autopsie de patients psychotiques divulguant une structure calleuse plus volumineuse chez ces patients comparativement à celle des patients non-psychotiques (Bigelow et al., 1983; Nasrallah et al., 1986). Certains auteurs (Conlon et Trimble, 1988) suggèrent même une corrélation positive entre l'importance de la décharge interhémisphérique d'une crise épileptique et l'épaisseur du corps calleux. Non seulement la globalité du corps calleux, mais également la taille de chacune des sous-structures qui le composent est contestée.

Bean fut l'un des premiers à se pencher sur la dimension anatomique du corps calleux en comparant, entre différentes populations expérimentales, le volume de certaines sous-structures associées au corps calleux. Dans une publication de 1906, il avança l'hypothèse d'un dimorphisme sexuel et même racial (Bean, 1906: voir Peters, 1988). Bean constata effectivement une différence de volume au niveau du genou calleux, celui-ci étant plus volumineux chez l'homme que chez la femme et chez l'humain de race blanche que chez l'humain de race noire. Toutefois, comparé de la même manière, cet auteur n'identifia aucune différence perceptible au niveau du splénium. Inversement, des études beaucoup plus récentes (De Lacoste-Utamsing et Holloway, 1982; De Lacoste et al., 1986; Holloway et De Lacoste, 1986; Yoshi et al., 1986) tendent à démontrer que le splénium d'un cerveau féminin serait plus large que celui appartenant à un cerveau masculin.

Quoi qu'il en soit, plusieurs explications ont été avancées quant à ce dimorphisme évoquant tantôt un facteur sexuel, tantôt un facteur environnemental (Wahlsten, 1982). Cependant, les travaux d'autres auteurs, notamment Witelson (1985), n'ont pu soutenir l'hypothèse d'un dimorphisme sexuel ou autre. D'ailleurs, certaines études (Kertesz et al., 1987; Ridgway, 1986) tendent même à prouver une similitude dans la dimension de la structure calleuse, nonobstant la taille du cerveau; bien que la masse cérébrale varie d'un sujet à l'autre, et c'est encore plus vrai d'un homme à une femme, la taille du corps calleux demeurerait sensiblement la même.

Il y a lieu de se questionner sur l'absence d'une symétrie entre le corps calleux et l'encéphale. Cependant, le but de la présente étude n'étant pas de déterminer la dimension du corps calleux, mais bien d'insister sur son importance anatomique, il serait prudent d'adopter l'opinion de Peters (1988). En fait, celui-ci considère que la différence de volume du corps calleux demeure, à ce jour, contestable. Par contre, il semblerait possible, et surtout très intéressant, de retracer, au travers l'évolution des espèces, la provenance et le développement phylogénétique du corps calleux.

1.2 Phylogénèse du corps calleux

Certes, de mutuelles comparaisons entre les structures encéphaliques des diverses espèces animales, depuis le poisson jusqu'à l'homme, laissent supposer que ces cerveaux représentent les stades successifs de l'évolution du système nerveux humain (Bremer et al., 1956). Pourtant, seuls les

mammifères semblent pourvus de la structure calleuse, bien qu'ils ne le soient pas tous (e.g. les monotrèmes et la majorité des marsupiaux).

D'une manière générale, il est possible de déduire qu'au cours de la Phylogénèse, l'évolution du corps calleux s'est exécutée progressivement. Au départ, seul un mince faisceau de fibres, au niveau hippocampique, était présent. Puis une augmentation de ces fibres dans le sens antéro-postérieur par des fibres parallèles est venue compléter progressivement le développement phylogénétique de la structure calleuse à l'intérieur du néocortex (Bremer *et al.*, 1956; Brion et Jedynak, 1975). Éventuellement, chez l'*Homo sapiens*, ces fibres connectent exclusivement les commissures néopalliales, au détriment de la commissure hippocampique et de la commissure blanche antérieure.

1.3 Ontogenèse du corps calleux

L'embryologie du système nerveux central se conçoit d'une manière semblable à son évolution phylogénétique. La structure cérébrale débute sa mutation dès le vingt-cinquième jours, partant d'une simple bandelette disposée selon le grand axe antéro-postérieur, c'est le neurectoblaste (Leporé, 1987). Cette bandelette s'épaissit et renfle sa partie antérieure formant trois vésicules (antérieure, moyenne et postérieure). C'est la vésicule antérieure qui deviendra le prosencéphale, qui se transformera à son tour en deux hémisphères cérébraux et en structures interhémisphériques. Cette division cérébrale, de même que son intégration, consistent en un point

crucial du développement biologique (Williams, 1988). Lors de cette transformation, une lame située dans la partie antérieure du prosencéphale s'épaissit et instaure les premiers segments du passage interhémisphérique (Harner, 1977).

Des trois formations commissurales, le corps calleux est la dernière à prendre forme, c'est-à-dire vers le troisième mois embryonnaire (Bremer *et al.*, 1956; Brion et Jedynak, 1975; Harner, 1977). Chez le rat, il a été démontré que les axones calleux poussent à partir des structures avoisinantes, donc péricalleuses, vers une ligne centrale; ceci se produit entre la fin de la gestation et le début de vie post-natale (Jones, 1986). Cependant, aucune évidence scientifique n'indique la présence d'un tel phénomène chez l'être humain.

Quoi qu'il en soit, le corps calleux poursuit son développement pendant le quatrième et le cinquième mois; le genou prend forme vers la quatorzième semaine et le tronc vers la seizième semaine. Quant au rostrum et au splénium, ils font preuve d'un développement plus tardif (Rakic et Yakaovlev, 1968). La forme du corps calleux est pratiquement complétée à partir du sixième mois embryonnaire (Bremer *et al.*, 1956; Brion et Jedynak, 1975; Harner, 1977). Cependant, étant donné que certaines structures cérébrales, notamment les lobes frontaux, sont incomplètes à la naissance, il est logique de s'attendre à des parachèvements calleux postnataux (Brion et Jedynak, 1975).

Par ailleurs, des études récentes tendent à démontrer que le corps calleux d'un fœtus pourrait contenir plus de cinq fois le nombre total d'axones que contient un corps calleux adulte (Jones, 1986; Leporé *et al.*, 1986). Les axones supplémentaires seraient détruites faute de connexions synaptiques contralatérales et, selon cette hypothèse, seules les cellules mères survivent créant ainsi une branche ipsilatérale (Innocenti, 1981; Jones, 1986).

Le début de la myélinisation des fibres calleuses ne semble pas clairement établi. En effet, pour certains auteurs (Harner, 1977), cela se produirait au cours des deux derniers mois de vie pré-natale, pour d'autres (Rorke et Riggs, 1969), la myélinisation commencerait vers la huitième semaine de vie post-natale. Quoi qu'il en soit, ces auteurs semblent d'accord pour dire que, chez l'humain, cette action se perpétue approximativement jusqu'à la dixième année de vie (Gazzaniga, 1985; Sperry, 1986; Lassonde *et al.*, 1987).

1.4 Callosotomie adulte

1.4.1 Études animales:

Les premiers travaux relatifs au corps calleux furent pratiqués sur le chat et le singe. En effet, au début des années cinquante, Sperry *et al.* (1953: voir Gazzaniga, 1985) ont mis en évidence certains déficits occasionnés par la callosotomie. La callosotomie animale consiste en une

section expérimentale du corps calleux afin de déconnecter l'hémisphère droit de l'hémisphère gauche. Ainsi, ces deux moitiés du cerveau apparaissent isolées l'une de l'autre; c'est pourquoi la nomenclature *cerveau divisé* ou *split brain* fut adoptée. De cette manière, sur le plan somesthésique, la division cérébrale chez le chat et le singe provoque une incapacité à reconnaître, à l'aide d'une patte, l'information tactile apprise par la patte opposée (Stamm et Sperry, 1957: voir Lassonde *et al.*, 1987). Sperry et son équipe conclurent qu'une section calleuse abolit le transfert inter-manuel. Ainsi, les études animales ont permis d'identifier non seulement l'importance du corps calleux dans le transfert interhémisphérique de l'information somesthésique, mais également que les fibres calleuses assurent la continuité à travers la ligne médiane de l'espace proprioceptif et extéroceptif (Lepore *et al.*, 1985; Stamm et Sperry, 1957: voir Lassonde *et al.*, 1987).

1.4.2 Études humaines:

Les études humaines concernant le rôle du corps calleux émanent de différentes sources. Les diverses pathologies affligeant directement ou indirectement le corps calleux tels tumeurs, maladies dégénératives de cette structure, atteintes partielles d'origine vasculaire ou autres offrent naturellement des spécimens à corps calleux inopérant. Néanmoins, les plus illustres contributions scientifiques quant au rôle du corps calleux sont essentiellement redevables à l'étude des patients épileptiques ayant subi une division du cerveau.

Ainsi, dans les années quarante, le Dr. Williams Van Wagenen sectionna les connexions neurales des hémisphères cérébraux de 26 patients épileptiques adultes. Cette pratique avait pour but d'empêcher la propagation de la décharge épileptique dans les deux hémisphères. Akelaitis (1941 et 1944: voir Gazzaniga, 1985) examina ces patients. Il ne constata aucune modification apparente quant aux fonctions intellectuelles et comportementales; ces résultats pourraient s'expliquer par l'insensibilité des tests employés à détecter les subtilités des effets d'une division cérébrale.

Près d'une génération s'écoule avant que la curiosité des chercheurs ne soit à nouveau éveillée. Vers 1960, Bogen, intéressé par les travaux de Akelaitis, pratiqua effectivement de nouvelles callosotomies sur des patients épileptiques adultes. Ainsi, il désirait vérifier l'hypothèse de Wagenen voulant qu'une telle déconnexion ait un effet positif sur les crises épileptiques, ce qui s'avéra exact. Sperry et Gazzaniga ont également examiné ces patients callosotomisés ou *split brain*. Ils ont observé que, mis à part certains phénomènes post-opératoires (mutisme transitoire, hémipraxis gauche,...), ces patients apparaissaient plutôt normaux. Pourtant, testés en laboratoire, ces mêmes patients manifestèrent un ensemble de symptômes spécifiques soit une agraphie unilatérale gauche, une apraxie idéo-motrice unilatérale gauche, une apraxie de construction unilatérale droite, une alexie visuelle, une anomie visuelle et tactile unilatérale gauche (Lassonde *et al.*, 1984b et 1987). Ces symptômes sont désormais désignés par *syndrome de déconnexion calleuse*.

Typiquement, un patient à cerveau divisé droitier est incapable de nommer un objet familier qu'il ne voit pas lorsqu'il le palpe avec sa main gauche; c'est l'anomie tactile unilatérale gauche (Lassonde *et al.*, 1984b). En fait, ce qui est touché par une main est analysé par l'hémisphère controlatéral. Ainsi, lorsque le stimulus est touché par la main gauche, il est traité par l'hémisphère droit. Celui-ci, étant spécialisé dans les fonctions dites *non-verbales*, nécessite la collaboration de l'hémisphère gauche pour nommer l'objet. Si la communication entre ces deux parties est interrompue, la production verbale identifiant l'objet est impossible. Il est envisageable que le patient à cerveau divisé parvienne à nommer le stimulus, mais dans ce cas cette dénomination est le résultat d'un acharnement considérable et d'une interminable exploration de l'objet. Mais dès l'instant où le patient perçoit l'objet en vision binoculaire, il l'identifie sans erreur. Il peut même reconnaître l'objet dans un assortiment de stimuli sans vision. Inversement, l'objet tenu aveuglément par la main droite est nommé sans difficulté. De plus, il est généralement impossible pour un patient ayant subi une callosotomie de discriminer l'information provenant simultanément des deux mains. Ainsi, le stimulus saisi par une main ne pourra être comparé simultanément à un second stimulus tenu par l'autre main sans l'aide de la vision; la discrimination inter-manuelle apparaît donc impossible (Gazzaniga et Ledoux, 1978; Lassonde *et al.*, 1984b et 1986). De la même façon, une posture produite par une main ne pourra être reproduite par l'autre main sans le support visuel. Aussi, un test neuropsychologique sensible à ce type de symptômes est la localisation croisée de l'information cutanée.

Quant à la mémorisation de l'information tactile, elle ne semble pas réellement affectée par la callosotomie. En fait, si un trouble de mémoire jaillit, il serait davantage la conséquence du foyer épileptique pré-opératoire plutôt que le résultat d'un corps calleux inefficace. Toutefois, si la section du corps calleux n'engendre aucun déficit mnésique, la commissure antérieure, lorsque également sectionnée, occasionne des problèmes de mémoire.

1.5 Rôle du corps calleux

Historiquement, le corps calleux fut décrit pour la première fois au deuxième siècle av. J.-C. Au cours des siècles, diverses théories ont été élaborées, les unes voulant que le corps calleux soit le siège de l'âme ou de l'imagination ou encore celui d'une variété de *réactions psychiques* (Cook, 1986; Lassonde *et al.*, 1987), les autres ne lui attribuant pour seule fonction que celle d'empêcher les deux hémisphères de s'effondrer (voir Colonnier, 1986). Il fallut attendre les années 1960 pour que le corps calleux se voit attribuer un rôle essentiel dans la communication interhémisphérique (Sperry *et al.*, 1969). D'une manière générale, l'étude de l'implication du corps calleux se rallie étroitement à celle de la spécialisation hémisphérique. En effet, les diverses recherches liées à la spécialisation hémisphérique conduisent habituellement à une déduction des fonctions calleuses. Par ailleurs, les séries d'épreuves prodiguées à l'endroit des sujets à cerveau divisé renseignent davantage sur l'aspect fonctionnel de la structure calleuse.

Ainsi, deux modèles fonctionnels ont été proposés: il s'agit du rôle inhibiteur du corps calleux et du rôle intégrateur de celui-ci. Chronologiquement, le modèle inhibiteur fut développé le premier. Quoiqu'il soit bien documenté, ce modèle est de plus en plus controversé. Il prétend, au cours du développement cérébral, que le corps calleux empêcherait le déploiement dans les deux hémisphères des circuits neuronaux servant aux mêmes fonctions (Doty *et al.*, 1973; Kinsbourne, 1982; Cook, 1986). De cette façon, la spécialisation hémisphérique dépendrait principalement du bon fonctionnement des fibres calleuses. De plus, le rôle inhibiteur du corps calleux pourrait même agir sur des circuits sensoriels et moteurs en inhibant les voies ipsilatérales au profit des voies contralatérales (Dennis, 1976).

En fait, lors d'une crise épileptique, l'action inhibitrice a souvent été évoquée voulant que le corps calleux maintienne la décharge à un niveau sous-liminal. Cependant, il semble de plus en plus évident que les fibres calleuses faciliteraient le passage interhémisphérique de la décharge et ainsi, provoquerait un orage d'autant plus important. Les travaux de Bogen confirment effectivement l'action facilitatrice du corps calleux en démontrant que la rupture de ces fibres provoquerait non seulement une diminution des crises épileptiques, mais dans certains cas une abolition totale de ces crises (Sperry, 1969). Selon cette conception, l'action du corps calleux consisterait à équilibrer l'activité des deux hémisphères cérébraux et aussi à permettre une intégration optimale de l'activité corticale (Gazzaniga, 1970; Sperry, 1974 et 1986; Berlucchi, 1983). Ainsi, la spécialisation hémisphérique serait induite par la différence même des

deux hémisphères cérébraux et non par l'activité calleuse (Galaburda, 1984; Cook, 1986).

Actuellement, de plus en plus de chercheurs tendent à adopter ce modèle fonctionnel pour expliquer l'influence calleuse puisque, contrairement à l'aspect passif qu'induit la théorie inhibitrice, la théorie intégrative accorde au corps calleux un rôle beaucoup plus actif dans l'installation ontogénétique de la spécialisation hémisphérique. D'ailleurs, il est logique de penser que la raison expliquant la présence d'un tel réseau de fibres commissurales est que chaque hémisphère contienne des informations nécessaires à son homologue d'où le besoin d'un transfert (Weiskrantz, 1980: voir Cook, 1986).

2. La plasticité cérébrale infantile

2.1 Agénésie du corps calleux

L'agénésie du corps calleux consiste en une absence congénitale de la structure calleuse. En 1812, Reil fut le premier à la décrire suivi par Bruce en 1899 et par Mingzini en 1922 (voir Ettlinger et al., 1974); à ces époques, les évidences d'agénésie calleuse n'étaient constatées qu'à la suite d'examen postmortem des patients présentant une agénésie de cette structure. L'avènement de la pneumoencéphalographie, vers les années trente, a permis aux chercheurs d'observer l'absence congénitale *in vivo* et ainsi d'en étudier les conséquences cliniques. Pourtant les causes étiologiques n'ont jamais

été clairement identifiées et demeurent, à ce jour, mystérieuses. Certes, des explications génétiques, toxiques, infectieuses ou encore géographiques ont tout de même été signalées. Incidemment, au Québec l'agénésie du corps calleux est relativement fréquente. Notamment, dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de l'ensemble des enfants fréquentant les écoles spécialisées pour troubles d'apprentissage, un enfant sur trois souffre d'agénésie du corps calleux (Lassonde *et al.*, 1982).

L'étendue du dommage calleux dépend directement du moment où le facteur étiologique s'est manifesté au cours de la gestation foetale. Aussi, si l'arrêt du développement est provoqué à la troisième semaine de vie foetale, une absence complète des commissures interhémisphériques est rapportée. Un arrêt entre la quatrième semaine et le quatrième mois de vie foetale résulte en une absence des commissures calleuse et antérieure. Par ailleurs, le type d'agénésie le plus fréquent consiste en une interruption développementale survenue au cours du quatrième mois foetal; dans ce cas, seules les fibres calleuses et hippocampiques sont absentes, la commissure antérieure est alors épargnée voire même hypertrophiée (Lemire *et al.*, 1975: voir Martin, 1985). Finalement, seul le splénium est affecté si l'arrêt développemental apparaît après le quatrième mois. Le corps calleux peut être la seule structure cérébrale affligée d'une dysgénésie. Cependant, dans la plupart des cas rapportés dans la littérature, cette agénésie est associée à d'autres pathologies extra-calleuses telles l'hydrocéphalie, la microgyrie et des anomalies cranio-faciales (Chiarello, 1980; Lassonde *et al.*, 1987). Conséquemment, il est possible de classer les agénésies sous trois

catégories: l'agénésie totale associée à des anomalies extra-calleuses, l'agénésie totale sans présence de pathologie extra-calleuse, enfin une agénésie partielle ou aplasie ou dysgénésie du corps calleux.

Concernant l'aspect du tableau clinique que présente cette anomalie, plusieurs auteurs considèrent l'agénésie du corps calleux comme n'ayant aucune séquelle symptomatique. D'ailleurs, la découverte post-mortem d'un grand nombre de cas asymptomatiques suppose une pathologie vierge de perturbation clinique. Les symptômes antérieurement attribués à l'agénésie calleuse (troubles psychiques, débilité mentale, etc.) seraient, en réalité, le produit des anomalies extra-calleuses (Chiarello, 1980; Lassonde *et al.*, 1982). Quant aux conséquences comportementales, il serait logique de penser qu'un individu souffrant d'agénésie du corps calleux pourrait représenter un modèle congénitale du syndrome de déconnexion calleuse. Toutefois, plusieurs études tendent à prouver qu'un tel individu, contrairement à l'individu ayant subi une callosotomie chirurgicale à l'âge adulte, est capable d'effectuer des transferts interhémisphériques (Milner et Jeeves, 1979). Ainsi, ce patient peut décrire et même nommer verbalement un stimulus présenté visuellement à l'hémisphère droit tout comme à l'hémisphère gauche (Chiarello, 1980; Sauerwein *et al.*, 1981). De surcroît, aucune anomie tactile unilatérale gauche n'est rapportée. Il peut également appairer des objets palpés simultanément par les deux mains. Un test de localisation tactile croisée est réussi par l'individu atteint d'agénésie calleuse au même titre qu'un sujet sans anomalie neurale. Pourtant, un déficit sensoriel est rapporté impliquant une difficulté à identifier un stimuli sans l'aide de la

vision, doublée d'une certaine maladresse motrice (Sauerwein et al., 1981; Lassonde et al., 1982; Jeeves et al., 1988). De plus, d'autres auteurs rapportent un déficit quant à la précision des réponses. Par ailleurs, il a été démontré que l'individu souffrant d'agénésie du corps calleux, quoique généralement aussi bon que le sujet normal, témoigne d'une lenteur évidente lors de comparaisons interhémisphériques (Lassonde et al., 1982 et 1984b). D'ailleurs, ce phénomène serait principalement attribuable à l'absence de fibre calleuse (Lassonde et al., 1984a).

2.2 Callosotomie infantile

Le paradoxe de l'agénésie du corps calleux donna lieu à une foule d'interrogations quant à l'absence du syndrome de déconnexion. Le lent achèvement cérébral pourrait expliquer de tels résultats. En effet, tel que vu précédemment, plusieurs structures cérébrales, dont le corps calleux, complètent leur développement en période post-natale. Dans ces conditions, il est logique de supposer une période critique où une section calleuse ne provoque aucune conséquence grave puisque le jeune cerveau ainsi divisé réagit par un développement de voies alternatives (Ettlinger et al., 1974; Milner et Jeeves, 1979; Lassonde et al., 1986). Cette période correspond à la période de myélinisation des fibres calleuses. Ptito et Leporé (1983) ont effectivement constaté qu'une callosotomie chirurgicale précoce chez le chaton n'entraîne aucun déficit de transfert visuel à l'âge adulte. Étant donné que, chez l'humain, la myélinisation se poursuit jusqu'à la première décennie de vie, une division cérébrale effectuée sur un jeune cerveau de moins

de dix ans n'occasionne aucun symptôme de déconnexion (Lassonde et al., 1986; Jeeves, 1986 et 1988). Les études ont effectivement démontré que, par opposition au patient à cerveau divisé à l'âge adulte, le jeune patient droitier ne souffre pas d'anomie tactile unilatérale gauche. De plus, il réussit très bien les tâches de comparaison inter-manuelle, de même que le test de localisation croisée et ce, avec ou sans l'aide de la vision.

Par ailleurs, le patient opéré entre dix et seize ans présente des signes de déconnexion semblables à ceux du patient callosotomisé à l'âge adulte, bien que son déficit apparaisse moins sévère et moins persistant. Tout porte à croire que la gravité du déficit calleux dépend directement de l'âge où la déconnexion calleuse a été accomplie. En d'autres termes, plus le patient est jeune, moins les conséquences cliniques sont sévères. Pourtant, bien qu'il soit qualitativement comparable au sujet ayant un corps calleux neurologiquement normal, l'enfant callosotomisé apparaît nettement plus lambin lorsque soumis aux épreuves de comparaison inter-hémisphérique et aux tâches de coordination bimanuelle, tout comme vu antérieurement au chapitre de l'agénésie. Cette lenteur témoigne d'une limite fonctionnelle de la plasticité calleuse qui accable le jeune patient callosotomisé.

2.3 Mécanismes compensatoires

Tel que vu précédemment, l'individu souffrant d'une agénésie calleuse présente très peu de manifestations, voire même aucune indication évidente de déconnexion calleuse. Cette asymptomatologie a grandement suscité des

interrogations quant au mécanisme alors utilisé par une personne visiblement privée de connexion interhémisphérique. Quatre hypothèses sont alors invoquées pour tenter d'expliquer ce phénomène.

Un des premiers mécanismes proposés réfère à une stratégie behaviorale. Il a été rapporté que certains patients callosotomisés semblent adopter une attitude exploratoire grossière par laquelle des indices secondaires seraient recueillis (Sperry, 1968 et Gazzaniga, 1970: voir Jeeves, 1986; Lassonde *et al.*, 1986). Au niveau somesthésique, cette subtile stratégie se traduit par une stimulation proximale appelant ainsi la collaboration de l'hémisphère opposé, donc l'hémisphère ipsilatéral à la main utilisée et initialement exclu. Par contre, le fait de contrôler ce mécanisme n'empêche aucunement les capacités de comparaisons intermanuelles (Sauerwein *et al.*, 1981; Lassonde *et al.*, 1987 et 1988); cette hypothèse s'avère donc réfutée.

En second lieu, une bilatéralisation des fonctions cérébrales normalement concentrées dans un seul hémisphère a été avancée (Lassonde *et al.*, 1987) afin d'expliquer l'habilité du patient souffrant d'agénésie du corps calleux à nommer des stimuli présentés à son hémisphère droit. Cependant, ce mécanisme n'explique pas la capacité de transfert interhémisphérique (Lassonde *et al.*, 1987). De surcroît, la dominance langagière et motrice subsistent dans certains cas de patients privés de fibres calleuses (Jeeves, 1986; Martin, 1985). Conséquemment, faute d'arguments solides, la prudence exige de nuancer l'hypothèse voulant que le corps calleux ait un rôle essentiel dans la latéralisation fonctionnelle.

Un usage accru des commissures résiduelles, soit la commissure antérieure et les commissures sous-corticales, paraît probable (Riss *et al.*, 1978; Lassonde *et al.*, 1984b; Martin, 1985). Pourtant, certaines études permettent de douter de cette possibilité. Les travaux de McKeever *et al.* (1981) ont effectivement démontré que certains patients à cerveau chirurgicalement divisé souffraient du syndrome de déconnexion même si la commissure antérieure avait été épargnée. Les travaux de Jeeves (1986), de Sperry (1968: voir Jeeves 1986) et de Ptito et Leporé (1983) corroborent les spéculations de McKeever.

Enfin, une compensation par l'utilisation des voies ipsilatérales, parallèlement aux voies contralatérales, pourrait également expliquer la présence d'une représentation bimanuelle chez un patient souffrant d'agénésie du corps calleux. Ainsi, le jeune cerveau acalleux, divisé ou agénésique, établirait de nouvelles connexions interneuronales pour effectuer le transfert; c'est le phénomène de la plasticité. De cette façon, une stimulation tactile aurait accès aux deux hémisphères à la fois par des faisceaux croisés et non-croisés de fibres nerveuses (Dennis, 1976; Jeeves, 1986). Cette éventualité semblerait la plus probable.

Quoi qu'il en soit, il n'en demeure pas moins que le ou les mécanisme(s) compensatoire(s) développé(s) par le cerveau acalleux, puisqu'il s'agit peut-être d'une combinaison des hypothèses présentées ci-haut (Jeeves, 1986), reste(ent), à ce jour, énigmatique(s).

3. Le système somesthésique

3.1 Transfert de l'information somesthésique

Considérant la modalité éprouvée lors de cette étude, à savoir tactile, il est opportun de décrire brièvement et concrètement la circulation de l'information somesthésique saisie manuellement. Ce type d'information fait référence à la sensibilité extéroceptive puisque les renseignements sont recueillis dans le monde extérieur et à la catégorie épicrotique car cette sensibilité permet de reconnaître la forme, la texture, etc., des objets.

Concrètement, lorsqu'un stimulus est touché par une main, disons la droite, ces renseignements sont captés par les récepteurs sensitifs de cette main. Puis, ils s'acheminent via les nerfs mixtes (*sensitivo-moteurs*) vers la corne ascendante ou afférente de la moelle épinière ou plus précisément dans les cordons postérieurs de la moelle. Alors, ils montent jusqu'à l'écorce cérébrale où les informations ainsi enregistrées deviennent conscientes. Les zones cérébrales concernées s'activent et répondent à cette stimulation en émettant par la voie pyramidale cortico-spinale (voie de la motricité volontaire ou efférente) la commande de l'exécution de l'acte moteur approprié; l'acte en question pourrait consister en une réponse verbale ou gestuelle. Il est à noter qu'une représentation bilatérale, soit ipsi- et contralatérale, s'effectue dans le cas d'une stimulation proximale, c'est-à-dire au niveau des avant-bras, bras et épaules. Quant aux régions distales, elles sont essentiellement représentées contralatalement. En d'autres termes, une information sensorielle captée par le bout des doigts

de la main droite est analysée a priori par le côté gauche du cerveau. Néanmoins, lorsque l'information parvient des deux mains à la fois, le parcours ipsilatéral est alors stimulé au détriment du circuit controlatéral. Ces voies ipsi- et controlatérales ont grandement été explorées par les études concernant le corps calleux et la spécialisation hémisphérique.

Il est bon de récapituler la façon dont s'effectue le transfert somesthésique chez le patient acalleux. D'abord, le patient ayant subi une callosotomie à l'âge adulte est incapable de nommer un stimulus exploré à l'aide de la main gauche sans le support visuel de même qu'aidé simultanément des deux mains; quant à la main droite, elle ne pose aucun problème. Il est à comprendre que, bien que l'information somesthésique soit analysée controlatéralement, dès que l'hémisphère opposé devient nécessaire à la réponse verbale, la tâche est échouée faute de relais interhémisphérique. En revanche, l'individu souffrant d'agénésie du corps calleux et le jeune patient à cerveau divisé n'éprouvent aucune difficulté apparente qu'ils utilisent la main droite, la main gauche ou les deux mains à la fois, bien qu'ils soient plus lents à répondre verbalement lorsque comparés aux performances d'individu de même QI.

3.2 Rationnel des tâches tactiles dans cette étude

La présente étude regroupe des tâches tactiles où le sujet doit palper, mémoriser puis comparer différents objets présentés sans l'aide de la vision. Il y a la tâche *Intra-figurale* et de la tâche *Orientation*. Le principal

attirait de ces tâches est qu'elles font appel à chacun des hémisphères. Ainsi, la tâche somato-sensorielle *Intra-figurale*, où une modification spatiale de l'objet est opérée, s'adresse à l'hémisphère droit. Puis l'hémisphère gauche intervient à la tâche *Orientation* puisqu'il s'agit d'une tâche spécifiquement verbale soit l'identification d'une lettre. De plus amples explications quant à la description des stimuli seront élaborées au chapitre suivant.

Par ailleurs, trois conditions expérimentales sont contrôlées, à savoir intra-manuelle, inter-manuelle et dichaptique. Ainsi, la capacité de transférer l'information tactile d'un hémisphère à l'autre sera testée aux tâches inter-manuelles. Cette procédure est plutôt originale puisque la même méthode est employée autant en intra- qu'en inter-manuelle.

4. Hypothèse de travail

Cette recherche de type expérimental consiste à étudier la discrimination tactile chez une population acallose. Cependant, avant d'aborder les objectifs proprement dits, il convient de regarder brièvement les raisons motivant le choix des tests composant la batterie expérimentale.

Tel que vu précédemment, les résultats antérieurs indiquent clairement que le patient sans corps calleux répond moins rapidement que la personne ayant un corps calleux normal lors d'une variété d'épreuves somesthésiques. En revanche, le rendement du patient sans corps calleux n'est pas réellement

différent de celui d'un sujet atteint de déficience mentale. Il est possible que cette absence de différence soit due à un artefact et induite par la simplicité des tâches utilisées dans les travaux antérieurs. L'utilisation d'une batterie de tests plus ardue pourrait mettre en évidence certains déficits calleux reliés au transfert de l'information somesthésique jusqu'ici invisibles.

La modalité choisie pour cette expérimentation est la modalité tactile puisqu'elle est très commode à tester en laboratoire. De plus, elle offre une documentation riche et, à notre connaissance, aucun test très complexe ne fut employé à cet égard. Aussi nous proposons une batterie de tests à laquelle nous avons ajouté des variables rendant la tâche plus difficile.

L'analyse des données ainsi accumulées permet la vérification de deux objectifs distincts. Le premier consiste à comprendre jusqu'à quel point l'absence de connexion calleuse, chez le patient souffrant d'agénésie du corps calleux tout comme chez le patient ayant subi une callosotomie durant l'enfance, affecte la justesse du transfert interhémisphérique de l'information. De toute évidence, l'individu callosotomisé à l'âge adulte semble plus défavorisé quant à la reconnaissance des stimuli explorés par la main gauche ou les deux mains à la fois, tandis que l'individu souffrant d'agénésie du corps calleux et le jeune patient callosotomisé n'éprouvent aucune difficulté apparente qu'ils utilisent la main droite, la main gauche ou les deux mains à la fois. Nous tenterons de démontrer que l'individu présentant une agénésie du corps calleux et le patient callosotomisé à

l'enfance sont effectivement désavantagés par l'absence du corps calleux au même titre que le patient callosotomisé à l'âge adulte.

D'autre part, deux conceptions quant au rôle dynamique des fibres calleuses ont été formulées: il s'agit de l'effet facilitateur du corps calleux dans le transfert interhémisphérique d'informations (Sperry, 1974; Lassonde *et al.*, 1986; Jeeves *et al.*, 1988), et de l'effet inhibiteur de cette structure (Doty *et al.*, 1973; Kinsbourne, 1986; Cook, 1986; Williams, 1988). Dans le premier cas, une absence congénitale des fibres calleuses n'occasionnerait aucune conséquence notable sur la spécialisation hémisphérique alors que dans le deuxième cas, cette absence provoquerait une bilatéralisation des fonctions normalement localisées dans un seul hémisphère (Gazzaniga, 1970; Lassonde *et al.*, 1984). Le second objectif de cette recherche consiste donc à trancher entre ces deux éventualités quant au rôle de la structure calleuse.

A la lumière de ces résultats, il sera possible de comprendre les limites des mécanismes compensatoires observables utilisés par un cerveau acalleux et peut-être même d'en saisir le processus. Le but ultime consiste à démystifier davantage les multiples phénomènes qu'implique la présence d'un corps calleux normal.

Chapitre II

Description de l'expérience

La description de l'expérience se veut un simple résumé des détails concernant le choix des sujets, de l'équipement et des différentes épreuves employées et le déroulement de l'expérience elle-même.

1. Présentation de l'échantillon expérimental

L'échantillon expérimental est composé de trois groupes de six sujets. Le premier groupe comprend six individus ayant un corps calleux anormal; quatre d'entre eux, soit trois filles et un garçon, sont atteints d'une agénésie partielle du corps calleux, les deux autres garçons de ce groupe ont subi une callosotomie partielle pendant leur enfance. Il est à noter que ces sujets acalleux ont tous un rendement intellectuel déficitaire, variant entre 55 et 78 selon l'échelle de WISC-R.

Ces six sujets sont ensuite appariés à d'autres individus neurologiquement normaux; cependant, leurs QIs sont comparables. Outre le QI, le sexe, l'âge et la préférence manuelle sont d'autres critères considérés lors du jumelage. Ainsi, dans ce second groupe, se retrouvent six individus de même sexe, de même âge, de même dominance manuelle et de même QI que les personnes acalleuses du premier groupe. Ces 12 sujets, acalleux et déficients, furent recueillis parmi les noms de la banque de données du Laboratoire de Neuropsychologie Expérimentale de l'Université du Québec à Trois-Rivières et celle de l'hôpital Sainte-Justine de Montréal.

Le dernier groupe, le groupe témoin, se compose de six étudiants volontaires provenant du CÉGEP ou de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Comme les individus du second groupe, les six étudiants sont appariés aux sujets du premier groupe en fonction de leur sexe, leur âge et leur préférence manuelle, exception faite du critère du QI qui n'est pas contrôlé dans ce groupe.

Il est à noter que tous les sujets sont de jeunes adultes ayant entre 16 et 25 ans. De plus, dans chacun des groupes sont combinés trois droitiers, soit 2 filles et un garçon, et trois gauchers, soit 2 garçons et une fille. Cependant, étant donné la quantité insuffisante de documentation sérieuse appuyant l'hypothèse d'une relation entre la discrimination tactile et le sexe du sujet et considérant le nombre trop restreint de sujets testés au cours de cette étude, nous décidons d'omettre la variable sexe dans le traitement de nos données. Pour les mêmes raisons, il est possible qu'éventuellement nous choisissons de faire de même avec la variable *préférence manuelle*.

2. Bref sommaire des tests préliminaires

Dans un premier temps, tous les sujets furent soumis à une évaluation neuropsychologique sommaire. Cet examen pré-expérimental consiste en un ensemble de tests tactiles permettant d'estimer principalement les capacités motrices et somato-sensorielles de ces individus. Ainsi, les tests standards

suivants ont été utilisés: un examen de dominance latérale (*Edinburg Handedness Inventory*), le test d'oscillation digitale et la planche de *Purdue* de la batterie neuropsychologique de *Halstead-Reitan*, le test de stimulation simultanée simple et double recueilli à partir de la batterie neuropsychologique de Michigan et un test perceptuel (*Reversal Test*). Pour les renseignements concernant le *Reversal Test*, nous remercions Mme Simone Benoit-Dubrocard, de l'Université de Provence.

2.1 Test de dominance latérale:

La préférence manuelle, modalité éprouvée dans cette expérience, est importante à déterminer. Ainsi, le test de dominance latérale tel que développé par Oldfield (1971) est utilisé. Ce test standardisé est une façon simple et brève de mesurer la préférence manuelle (*handedness*) du sujet. Il est intéressant puisqu'il invoque des gestes quotidiens dans lesquels les rôles des mains droite et gauche sont habituellement distincts, tel que dessiner, écrire, se brosser les dents, etc. Le test est présenté au sujet de cette façon: *Montre-moi avec quelle main tu...* La main utilisée spontanément par le sujet est notée pour chacun des gestes. Ces résultats sont ensuite cotés selon une table standardisée.

2.2 Examens moteurs:

Deux tests d'agilité manuelle furent utilisés: le test d'oscillation digitale et la planche de *Purdue* (Reitan et Davidson, 1974). Ces tests

servent généralement à mesurer la dextérité manuelle ainsi que la coordination motrice de chaque main. Ils pourront éventuellement servir au diagnostic d'un problème de latéralisation (Lezak, 1983).

Le test d'oscillation digitale (*Finger Tapping Test*) mesure principalement la dextérité fine. Il consiste à appuyer le plus rapidement possible sur une clé à l'aide de l'index de chacune des mains. Ce geste répété active un compteur enregistrant chaque coup. Cette épreuve est présentée de la manière suivante: *Nous allons voir à quelle vitesse tu peux taper sur cette clé. Il faut utiliser l'index de ta main droite (ou gauche selon le cas). Quand tu tapes, sois certain d'utiliser un mouvement du doigt et non de la main ou du bras. Rappelle-toi qu'après chaque pression sur la clé, il faut relâcher complètement la clé sinon le compteur n'enregistrera pas la pression.* Quelques essais de pratique sont accordés. Le test débute avec la main préférée; cinq ou six essais de 10 secondes sont donnés pour chaque main. Ces essais doivent constituer cinq essais consécutifs valides, c'est-à-dire des essais pour lesquels une différence de moins de cinq points est enregistrée. La comparaison des valeurs obtenue à l'aide d'une seule main constitue un indice de la présence d'une agression cérébrale, tandis que la comparaison des deux mains autorise l'identification du côté de la lésion (Lassonde et al., 1982).

L'épreuve de *Purdue* (*Purdue Pegboard Test*) mesure, en plus de la dextérité manuelle, la coordination bimanuelle. Cette planche est percée de deux rangées verticales de 25 petits trous au-dessus desquels quatre grands

l'expérimentation, l'épreuve choisie est le test de stimulation simultanée simple et double (*Face-Hand Test*) (Smith, 1978). Il consiste en de légers stimuli tactiles appliqués sans l'aide de la vision. Ces stimuli sont de petits frottements de l'index, pratiqués sur la joue ou sur le dos de la main ou simultanément les deux à la fois. Pour ce faire, l'expérimentatrice doit être assise face au sujet et lui demande: *S'il te plaît, ferme les yeux et mets tes mains sur tes genoux. Je vais te toucher et tu me montreras où tu as été touché.* Le sujet doit indiquer où il a été touché en pointant l'endroit, joue(s) ou main(s) ou les deux, et non en verbalisant sa réponse. Si toutefois, il lui est impossible de le pointer, une réponse verbale peut être acceptée (Lezak, 1983).

3. Description des dispositifs expérimentaux

L'équipement utilisé pour cette expérience est rudimentaire. Cet ensemble comprend une cache permettant de contrôler le paramètre de la vue, un ordinateur de type compatible *IBM* et deux recueils de 10 protocoles présentés de manière aléatoire.

La cache, dont il est question, n'est en fait qu'une simple boîte de carton peinte en jaune. Elle mesure 31 cm de hauteur par 71 cm de largeur par 28 cm de profondeur. L'un de ses grands côtés est découpé et retiré; ce côté fait face à l'expérimentatrice. Le bas du côté opposé (autre grand côté) est perforé de deux trous en forme de demi-lune de 6 cm de rayon et

trous sont creusés servant de réceptacles. Ces réceptacles contiennent de nombreux clous, lesquels seront éventuellement placés par le sujet au cours de l'épreuve. Ce test est présenté au sujet de la façon suivante: *Tu prends l'un de ces clous (disposés dans les réceptacles situés du côté de la main utilisée), un seul à la fois et tu dois les placer avec la main droite (ou gauche ou les deux mains) dans cette colonne de droite (ou gauche ou les deux à la fois). Si tu laisses tomber un clou, ne le ramasse pas. Je le ferai pour toi. Prends-en plutôt un autre. Travaille aussi vite que tu peux. Je te dirai quand arrêter. Si tu as le temps de remplir cette rangée, commence à remplir le bas de la deuxième.* La main préférée commence le travail, suivie de la main opposée puis, les deux mains terminent. Trois essais sont donnés avant chaque série. Le nombre de clous mis à 30 secondes est inscrit sur le protocole, ainsi que celui à 60 secondes, sans toutefois arrêter le sujet à 30 secondes (Smith, 1978). Ce test est particulièrement efficace pour détecter un dommage cérébral et en identifier la latéralité (Lassonde et al., 1982).

2.3 Examen somato-sensoriel:

Considérant la modalité testée par la présente expérience, à savoir la reconnaissance tactile, il est essentiel d'éliminer la possibilité d'une extinction tactile. Ce phénomène, parfois nommé *inattention tactile*, empêcherait une bonne identification tactile des stimuli. Dans ces cas, il est pertinent de supposer un dommage cérébral droit, particulièrement au niveau du lobe pariétal droit (Lezak, 1983). Pour les fins de

espacés de 19 cm. Ce côté transpercé fait face au sujet. Derrière chacune de ces ouvertures, une étoffe de tissu noir découpée en bandelettes verticales est collée sur la paroi de la boîte, juste au-dessus des trous, de façon à ce que ceux-ci soient complètement couverts. De plus, le fond de la boîte est tapissé de deux petits carrés (5 cm x 5 cm) de *Velcro*¹, collés à 13 cm des perforations; leur fonction est de permettre une adhésion solide des stimuli sur la boîte pendant l'expérimentation et de faciliter ainsi la manipulation de ces objets. Par ces deux ouvertures, les mains du sujet peuvent atteindre chacun des stimuli tel qu'imposent les diverses conditions expérimentales. En d'autres mots, cette boîte dissimule les stimuli de telle sorte qu'ils demeurent, en tout temps, hors du champ visuel du sujet.

Un microphone est installé sur le dessus de cette boîte et dirigé vers le sujet; il est relié à un ordinateur de type compatible *IBM*. Cet ordinateur, dont la vitesse de l'horloge interne est de 4,7 MHz, est muni d'un module électronique sensible aux vibrations sonores. L'ordinateur est programmé de manière à recevoir des informations sonores et à mesurer le temps de réponse des sujets. En d'autres termes, cet assemblage est employé à titre de chronomètre.

Les stimuli sont de petits objets tridimensionnels fabriqués en bois. Leur volume est semblable, soit environ 6 cm de hauteur par 4 cm de largeur par 1 cm d'épaisseur. Leurs dimensions se prêtent facilement à l'exploration

¹Marque Déposée.

à l'aide d'une seule main. Trois différentes formes d'objets sont nécessaires. En effet, la première figure est une lettre, à savoir le *P*, la seconde est une étoile et la troisième est de forme quelconque (α).

Par ailleurs, chacun de ces stimuli apparaît en trois transformations géométriques: euclidien, discontinu et projection verticale à 45 degrés; la quantité de stimuli passe alors de trois à neuf. L'utilisation de ces gabarits s'inspire du modèle de Gibson et al. (1962). Une série double de ces neuf stimuli est également fabriquée afin de permettre l'appariement des différents objets, selon les conditions expérimentales.

Au cours de l'expérimentation, le sujet doit effectuer deux types de tâches: une tâche somato-sensorielle (*Intra-figural*) et une tâche verbale (*Orientation*). Lors de la tâche somato-sensorielle, les neuf stimuli décrits ci-haut sont utilisés, soit les différentes transformations géométriques de la lettre, de l'étoile et de la forme quelconque. A cette étape, cinq protocoles sont présentés au sujet dans un ordre aléatoire. A chacun de ces protocoles est associée une des trois conditions expérimentales suivantes: intra-manuelle, inter-manuelle ou dichaptique. D'une part, le sujet utilise exclusivement sa main droite (protocole *Intra-manuel Main Droite*) ou sa main gauche (protocole *Intra-manuel Main Gauche*); cette condition expérimentale comprend neuf essais pour la main droite et neuf essais pour la main gauche. D'autre part, le sujet entreprend l'exploration tactile des stimuli soit à l'aide de sa main droite et reconnaît à l'aide de sa main gauche (protocole *Inter-manuel Main Droite vers Main Gauche*), soit à l'aide de sa main gauche

et la main droite permet la reconnaissance des stimuli (protocole *Inter-manuel Main Gauche vers Main Droite*); en inter-manuel, neuf essais par main sont également requis. Le cinquième protocole astreint le sujet à utiliser les deux mains simultanément, c'est la condition dichaptique; contrairement aux conditions précédentes, il regroupe 27 essais.

La tâche verbale, pour sa part, requiert l'utilisation de la lettre *P*, lettre sur laquelle on effectue des rotations spatiales. Ainsi, le *P* se transforme en *B*, en *D*, ou en *Q* minuscules. Les protocoles sont divisés de la même manière que ceux de la tâche vue précédemment. Toutefois, le nombre d'essais diffère. En effet, les conditions intra-manuelles et inter-manuelles comptent 12 essais par protocole, donc quatre fois 12 essais. La condition dichaptique comprend 16 essais au total.

4. Élaboration de la procédure

Les sujets ont été sollicités par téléphone, ou, pour les sujets *normaux*, par invitation directe. Ils ont été invités à se présenter au laboratoire. L'expérimentatrice offrait le transport à ceux qui le désiraient. Bien que la plupart des séances furent tenues au Laboratoire de Neuropsychologie Expérimentale de l'Université du Québec à Trois-Rivières, il est à préciser que quelques séances ont été réalisées soit à l'Hôpital Sainte-Justine de Montréal ou soit à une école secondaire de Chicoutimi.

L'expérimentation a eu lieu dans un local isolé où l'expérimentatrice et une assistante (Mme R. Caron) recevaient un seul sujet à la fois. La durée totale de l'expérimentation variait d'une à deux heures pour les sujets du groupe témoin, et de plus de trois heures pour les autres individus, soit les sujets acalleux et les déficients. Une pause de 15 minutes divisait la passation en deux étapes et permettait ainsi au sujet de se reposer.

La procédure était divisée en deux temps: une première forme de stimuli (somato-sensorielle ou verbale), ensuite la seconde (verbale ou somato-sensorielle selon le cas). Toutefois, ces temps ont pu être entrecoupés par la passation de prétests dans le but de diminuer la charge de travail du sujet, particulièrement avec les sujets acalleux et les déficients. Effectivement, ceux-ci firent preuve d'une lenteur et d'un épuisement évidents suite à seulement quelques tests. D'ailleurs, dans certains cas (sujets atteints d'agénésie), le nombre d'essais a dû être diminué de moitié pour ces mêmes raisons. Nous reviendrons à cette particularité des sujets *cliniques* dans la section *Discussion*.

Le sujet était invité à prendre place devant la cache et à installer ses mains selon la condition expérimentale en cours. L'assistante était assise derrière la boîte, et donc face au sujet; sa tâche était de lui présenter les stimuli. L'expérimentatrice était installée à côté de l'assistante et face à l'ordinateur; elle actionnait l'ordinateur et prenait note des réponses. L'expérimentatrice devait, préalablement, procéder au démarrage de l'appareil et à la mise en marche du programme.

Ensuite, à l'instant où le sujet débutait son exploration tactile, l'expérimentatrice enfonçait une touche quelconque du clavier de l'ordinateur, activant ainsi le mécanisme de chronométrage. Cette mesure temporelle était arrêtée par la réponse verbale du sujet enregistrée par le microphone. Alors, ce geste se répétait à chaque nouvelle exploration tactile, jumelant à celle-ci, le temps de réponse qui lui correspondait. Il est à noter que des tests préalables du microphone furent nécessaires afin que le sujet s'ajuste à l'intensité vocale requise pour stopper le mécanisme de chronométrage. Il est également important d'ajouter que ces conditions furent présentées dans un ordre aléatoire afin de palier à un effet pouvant causer des biais expérimentaux.

Maintenant, seront décrites les formalités de chacune des étapes du déroulement de l'expérience puisque ces premières sont prérequis à une bonne compréhension des conditions expérimentales proprement dites.

4.1 Condition intra-manuelle:

Ce test s'effectuait sans l'aide de la vision. Le sujet était invité à prendre place devant la cache. Alors, l'assistante lisait à haute voix la consigne suivante:

Je vais te présenter un petit objet derrière le trou situé à ta droite (ou gauche selon le cas). Tu vas passer ta main droite (ou gauche) par ce trou et tu vas bien explorer son contour avec tes doigts. Fais bien attention de ne le toucher qu'avec le bout de tes doigts. Tu vas

tenter de te rappeler de sa forme. Johanne (l'expérimentatrice) te dira quand arrêter de toucher l'objet. Des questions? Vas-y!

L'expérimentatrice enclenchait un chronomètre digital dès l'instant où le sujet déposait ses doigts sur l'objet. Ainsi, cinq secondes furent accordées pour l'exploration. Ensuite, l'assistante retirait l'objet et demandait au sujet d'ôter sa main, en disant:

C'est tout. Maintenant, je vais te présenter trois objets, un après l'autre. A l'aide de ta main droite (ou gauche selon le cas), tu devras me dire pour chacun d'entre eux s'il est en tout point pareil ou pas pareil à celui que tu viens tout juste de toucher. Tu travailles aussi vite que tu peux. Et dès que tu connais la réponse tu la cries dans le micro, très fort: pareil ou pas pareil.

Alors, l'expérimentatrice enfonce une touche quelconque du clavier de l'ordinateur au moment où les doigts du sujet atteignent le stimulus, activant de cette façon le chronomètre de l'ordinateur. Lorsque le sujet énonçait sa réponse, le chronomètre s'arrêtait et le chiffre, le temps de réponse, s'inscrivait sur l'écran. L'expérimentatrice entrait la réponse du sujet (*oui* ou *non*). Cet essai terminé, on reprenait avec un autre essai.

4.2 Condition inter-manuelle:

Cette condition était aussi effectuée sans le support visuel. L'assistante lisait cette consigne au sujet installé devant la cache:

Je vais te présenter un petit objet derrière le trou situé à ta droite (ou gauche). Tu vas passer ta main droite (ou gauche) par ce trou et tu vas bien explorer son contour avec tes doigts. Fais bien attention de ne le toucher qu'avec le bout de tes doigts. Tu vas tenter de te rappeler de sa forme. Johanne (l'expérimentatrice) te dira quand arrêter de toucher l'objet. Des questions? Vas-y!

Cette fois encore, l'expérimentatrice enclenchait le chronomètre digital lorsque les doigts du sujet atteignaient leur cible, à savoir le stimulus. Le sujet palpit ainsi l'objet pendant cinq secondes, comme la condition précédente.

L'étape suivante était, pour l'assistante, de reprendre l'objet et de demander au sujet de retirer sa main de la boîte, puis elle ajoutait:

C'est tout. Maintenant, je vais te présenter trois objets derrière le trou situé à ta gauche (ou droite, de sorte que ce soit l'autre main que celle qui fit l'exploration), un après l'autre. A l'aide de ta main gauche, cette fois, tu devras me dire pour chacun d'entre eux, s'il est en tout point pareil ou pas pareil à celui que tu viens tout juste de toucher. Tu travailles aussi vite que tu peux. Et dès que tu connais la réponse, tu la cries dans le micro, très fort: pareil ou pas pareil!

Ici également, l'expérimentatrice enfonçait une touche quelconque du clavier de l'ordinateur à l'instant où les doigts du sujets débutaient leur

exploration, de façon à enclencher le mécanisme de chronométrage. Cette mesure temporelle, comme la condition précédente, était arrêtée par la réponse verbale du sujet. Le chiffre s'inscrivait à l'écran et l'expérimentatrice entraînait, par le clavier, la réponse du sujet (*oui* ou *non*).

4.3 Condition dichaptique:

Cette condition, comme les précédentes, se déroulait également sans l'aide de la vision. Le sujet étant assis devant la cache, l'assistante lisait à haute voix la consigne suivante:

Je vais te présenter deux petits objets, un derrière chaque trou. Tu vas passer tes deux mains par les trous respectifs (main droite - trou droit ; main gauche - trou gauche). Tu vas bien les toucher pour les comparer. Fais bien attention de ne les toucher qu'avec le bout de tes doigts. Alors, tu vas bien les explorer, et tu vas me dire s'ils sont en tout point pareils ou pas pareils. Tu travailles aussi vite que tu peux. Et dès que tu connais la réponse, tu la cries dans le micro, très fort: pareil ou pas pareil. Des questions?

Ensuite, l'assistance présentait, au sujet, le premier couple de stimuli. Lorsque les deux mains du sujet rejoignaient les stimuli respectifs, l'expérimentatrice actionnait le chronomètre de l'ordinateur en enfonçant une touche quelconque du clavier, tel que fait précédemment. Une fois encore, le chronomètre était arrêté par la réponse verbale du sujet et la mesure temporelle apparaissait sur l'écran. La réponse du sujet était

également enregistrée par l'expérimentatrice via le clavier. Puis le test s'enchaînait avec les autres couples de stimuli.

4.4 Reconnaissance et dénomination:

La dernière étape de chacune des tâches, verbale ou somato-sensorielle, était une reconnaissance des stimuli. De cette façon, la bonne perception de chacun des stimuli était vérifiée. Cette identification se faisait, dans un premier temps, manuellement (main droite puis main gauche), et, dans un deuxième temps, visuellement. Le sujet fournissait toujours une réponse verbale. Ainsi, l'assistante lisait au sujet, la consigne suivante:

Je vais te présenter un petit objet derrière le trou situé à ta droite. Tu vas passer ta main droite par ce trou et tu vas bien explorer son contour avec tes doigts, comme tantôt. Mais cette fois, tu vas me dire ce que tu touches. Des questions? Alors dis-moi qu'est-ce que c'est?

L'expérimentatrice actionnait le chronomètre digital dès l'instant où les doigts du sujet atteignaient le stimulus. Lorsqu'il énonçait sa réponse, l'expérimentatrice arrêta le chronomètre, notait le temps de réponse sur la feuille préparée à cette fin ainsi que la réponse. Puis on reprenait pour chacun des stimuli, pris tour à tour. La main droite terminée, on reprenait avec la main gauche. Finalement, une dénomination visuelle était demandée par l'assistante de la manière suivante:

Maintenant, je vais te montrer les objets, un après l'autre et tu vas me dire ce que c'est.

Comme précédemment, l'expérimentatrice actionnait le chronomètre digital dès l'instant où l'assistante montrait le stimulus, et elle notait le temps de réponse ainsi que la réponse sur la feuille.

Chapitre III

Analyse des résultats

Avant d'aborder l'étude des résultats, il s'avère nécessaire d'évoquer succinctement les méthodes statistiques employées dans l'analyse.

1. Méthodes d'analyse

Les méthodes d'analyse utilisées dans le cadre de cette recherche suivent un modèle unifactoriel à deux dimensions. Il s'agit principalement d'une analyse de variance unifactorielle. Cette méthode permet de comparer les trois groupes de sujets entre eux afin d'en vérifier leurs effets sur les différentes variables expérimentales. Cette analyse est complétée par un test de Scheffé. Ce dernier test en est un de comparaison multiple qui permet de préciser entre quels groupes se situent les différences significatives préalablement identifiées par l'analyse de variance. Un test de corrélation est finalement nécessaire grâce auquel il est possible de certifier la présence d'un lien entre deux variables dépendantes, et ce, pour tous les sujets.

2. Résultats

La présentation des résultats se divise en trois parties: la première retracera l'analyse des résultats relatifs à la qualité des réponses, soit

le pourcentage de bonnes réponses, et la seconde partie exposera plutôt le traitement du facteur temporel dans cette expérience, soit le temps de réponse. Finalement, à la dernière partie, le lien entre la moyenne des scores et le temps de réponse sera examiné.

2.1 L'analyse des bonnes réponses

Le traitement des bonnes réponses relatives à chacun des 10 protocoles nécessite une transformation préliminaire. Deux raisons fondamentales justifient cette action. Premièrement, la grande variabilité individuelle oblige à standardiser les résultats afin qu'ils soient comparables d'un sujet à l'autre. Puis, la somme des réponses fluctue occasionnellement, soit à l'intérieur même d'un protocole donné (pour les sujets acalleux les protocoles devaient être plus courts, or moins de réponses), soit d'un protocole à l'autre (les épreuves dichaptiques contiennent moins de réponses que les autres). Ainsi, tous les protocoles ont été corrigés et le pourcentage des bonnes réponses a été transformé en cote standardisée (cote Z , soit $z(x) = (x - \mu)/\sigma$). De cette façon, pour chacun des sujets, on y retrouve 10 scores, soit les 10 cotes standards. Ce sont sur ces données qu'ont été effectués tous les traitements statistiques.

Les trois groupes de sujets ont été comparés pour chacune des variables dépendantes, soit les 10 protocoles, afin de vérifier l'hypothèse d'une différence inter-groupe, c'est-à-dire que la présence d'un corps calleux normal soit nécessaire à une bonne reconnaissance tactile. Pour ce faire,

une analyse de variance unifactorielle (F de Fisher) a été utilisée, ainsi qu'un test de Scheffé indiquant clairement l'endroit des différences. L'analyse de variance dégage trois différences de moyennes importantes à considérer. Il s'agit, premièrement, des moyennes des protocoles *Intra-Figural Main Droite* (variable FIG1) où la performance des normaux semble supérieure à celle des acalieux ($F(2,11) = 4,23, p < 0,05$). Les normaux dominent également les acalieux quant au protocole *Intra-Figural Dichaptique* (variable FIG3) ($F(2,11) = 4,72, p < 0,05$), de même que pour le protocole *Orientation Dichaptique* (variable ORIEN3) ($F(2,15) = 6,94, p < 0,05$).

A partir de ces analyses de variance, nous avons calculé la variance expliquée par le facteur *présence d'un corps calieux normal* pour chacun de ces résultats positifs, comme le rapporte le tableau I.

Tableau I
Variance expliquée par la présence d'un corps calieux
normal et variance d'erreur
pour chacune des différences significatives
(3 groupes de sujets)

VARIABLE	V ² A ²	V ² E ³	V ² A/V ² A+V ² E
FIG1	1,3136	2,4407	35,0 %
FIG3	0,6833	1,1032	38,3 %
ORIEN3	1,3454	1,3583	49,8 %

² V²A = Variance expliquée par le facteur A
(ici = intégrité du corps calieux).

³ V²E = Variance d'erreur, étant les différences individuelles entre les sujets

Il est à remarquer que la variance expliquée par le facteur *présence d'un corps calleux normal* est relativement imposante pour chacune de ces variables. Ainsi, en faisant le calcul de la moyenne, tout comme celui du RMS⁴, on obtient le ratio de 41%. Celui-ci démontre bien que la présence du corps calleux semble jouer un rôle déterminant dans ces tâches de discrimination tactile. Plus précisément, les épreuves dichaptiques (FIG3 et ORIEN3) apparaissent particulièrement difficiles à exécuter pour un sujet affligé d'une anomalie du corps calleux.

Cependant, les résultats obtenus dénoncent systématiquement un effet inattendu et d'autant plus intéressant à considérer. Toutes les analyses effectuées soulèvent effectivement des différences significatives entre les moyennes des normaux et celles des acalleux; toutefois, aucune différence significative n'est perceptible quant aux déficients comparés aux acalleux et aux déficients comparés aux normaux, et ce, pour toutes les variables dépendantes. Ce résultat sous-entend que le quotient intellectuel n'interviendrait pas dans ce type d'épreuve; le niveau d'instruction des sujets normaux n'influerait aucunement les performances. Conséquemment, les normaux et les déficients ont été regroupés dans une seule et même catégorie.

Ainsi, le traitement statistique fut repris, mais cette fois, en utilisant la variable indépendante *groupe de sujets* à deux niveaux, plutôt qu'à trois. Ainsi, les résultats diffèrent légèrement. Six différences de

⁴ RMS est la racine carrée de la moyenne de la somme des carrés.

moyennes significatives sont à remarquer, comparativement à trois dans le premier essai. Les moyennes obtenues aux protocoles *Intra-Figural Main Droite* (variables FIG1) et *Intra-Figural Dichaptique* (variable FIG3) demeurent significativement différentes avec, respectivement ($F(1,12) = 7,53, p < 0,05$) et ($F(1,12) = 5,23, p < 0,05$), ainsi que celles obtenues au protocole *Orientation Dichaptique* (variable ORIEN3) avec ($F(1,16) = 7,79, p < 0,05$). Toutefois, il se rajoute les moyennes des protocoles *Intra-Figural Inter-manuel Main Gauche* (variable FIG5) ($F(1,12) = 7,19, p < 0,05$), *Orientation Main Droite* (variable ORIEN1) ($F(1,16) = 4,87, p < 0,05$) et *Orientation Inter-manuel Main Droite* (variable ORIEN4) ($F(1,16) = 7,15, p < 0,05$). Cette augmentation de résultats significatifs pourrait être attribuable au caractère peut-être trop conservateur des tests statistiques employés en l'occurrence le test de Scheffé qui ne faisait ressortir que les principales différences significatives dans le premier essai. En effet, ce test de comparaisons multiples ne souligne la présence d'une différence que lorsque cette même différence de moyenne est considérable.

Afin de corroborer cette possibilité, le calcul des variances expliquées a été fait pour chacun de ces résultats significatifs, comme dans le cas précédent, tel que démontré au tableau II. Il est à remarquer que la moyenne des variances expliquées ci-haut est identique à celle calculée plus tôt (41% (trois groupes) = 41% (deux groupes)). Ainsi, que les déficients soient regroupés avec les normaux ou non, cela ne semble pas en affecter les résultats à l'analyse de variance. Quoi qu'il en soit, il a été décidé de continuer le traitement en conservant les trois groupes distincts

Tableau II
 Variance expliquée par la présence d'un corps calleux
 normal et variance d'erreur
 pour chacune des différences significatives
 (2 groupes de sujets)

VARIABLE	V ² A	V ² E	V ² A/V ² A+V ² E
FIG1	1,9844	2,4321	44,9 %
FIG3	0,6827	1,3083	34,3 %
FIG5	1,9068	2,4639	43,6 %
ORIEN2	1,9408	4,0099	32,6 %
ORIEN3	1,3988	1,6497	45,9 %
ORIEN4	3,7334	4,8583	43,5 %

D'une manière générale, nous avons regardé si la main préférée, telle qu'identifiée par le test de latéralité d'Oldfield, serait un meilleur outil que la main non-préférée. Pour ce faire, dans un premier temps, nous avons comparé les résultats (cote Z) de la main préférée par rapport à ceux de la main non-préférée respectivement pour chacun des sujets, et ce, pour les deux types de tâches. Cette comparaison ne fait preuve d'aucune tendance à la dépendance systématique pour la main préférée autant pour les sujets de préférence manuelle gauche que de préférence droite (tableau III et IV).

Tableau III
 Comparaison entre les résultats obtenus
 par la main préférée vs ceux de la main non-préférée
 pour la tâche Intra-Figural

GROUPE	MOYENNE DES DIFFÉRENCES	ÉCART-TYPE	VARIANCE
A calleux	-0,409	1,061	1,126
Déficients	-0,306	0,742	0,551
Normaux	-0,204	0,956	0,914

F_{max} = 2,04 , p>0,05

Tableau IV
 Comparaison entre les résultats obtenus
 par la main préférée vs ceux de la main non-préférée
 pour la tâche Orientation

GROUPE	MOYENNE DES DIFFÉRENCES	ÉCART-TYPE	VARIANCE
Acallaux	0,809	1,107	1,839
Déficients	0,284	0,485	0,353
Normaux	-0,059	0,956	1,371

$F_{\max} = 5,21$, $p > 0,05$

Dans un deuxième temps, nous avons effectué une différence de moyenne puis un test de Scheffé. Ce traitement avait pour but de vérifier la possibilité d'une direction de la préférence manuelle plus marquée pour certains groupes. Ici, aucun groupe de sujet ne se différencie significativement d'un autre. Les résultats de ces tests statistiques portent à conclure que la direction de la préférence manuelle n'est pas pertinente dans cette expérimentation.

2.2 L'analyse des temps de réponse

L'analyse des temps de réponse a été travaillée de la manière suivante. D'abord, la moyenne des temps de toutes les réponses, bonnes et mauvaises, était calculée pour chacune des variables dépendantes. Ainsi, 10 temps moyens par sujet étaient comparés. Alors, des différences de moyennes ont été effectuées suivies du test de Scheffé, comme ce fut le cas pour les cotes Z, en comparant les trois groupes. Il est à noter que les trois groupes sont

demeurés distincts plutôt que regroupés pour les raisons émises plus haut, à la section de l'analyse des bonnes réponses.

Ainsi, trois moyennes significativement différentes apparaissaient. Il s'agit du temps moyen du protocole *Intra-Figural Dichaptique* où les acalleux sont plus lents que les normaux ($F(2,11) = 4,21, p < 0,05$), du temps moyen du protocole *Orientation Main Droite* où les acalleux sont plus lents que les normaux ($F(2,13) = 4,47, p < 0,05$) et du temps moyen du protocole *Orientation Dichaptique* où, une fois de plus, les acalleux font preuve d'une grande lenteur comparativement aux sujets normaux ($F(2,13) = 6,90, p < 0,05$). Ainsi, il est à comprendre que les acalleux sont généralement plus lents que les normaux particulièrement aux épreuves qui requièrent l'utilisation simultanée des deux mains. Une fois encore, il est à remarquer que les déficients ne se distinguent ni des sujets acalleux, ni des sujets normaux. Cette constatation confirme que le quotient intellectuel n'intervient pas lors d'une tâche de discrimination tactile.

2.3 L'analyse du lien entre les bonnes réponses et le temps

Finalement, les scores moyens en cotes Z et les temps moyens de réponse ont été mis en relation afin de vérifier l'influence du facteur temps sur la qualité des réponses. Cette corrélation pouvait également mettre en évidence la stratégie de réponse dont se servait le sujet, par exemple s'il préférait prendre plus de temps afin d'être plus certain de sa réponse. Pour ce faire, l'utilisation des corrélations de Pearson s'impose et ce, pour l'ensemble des

sujets. Les résultats ont été combiné selon la technique de Fisher (Sokal et Rohlf, 1981), soit $X^2 = -2\sum \ln(p)$. Les résultats sont particulièrement stupéfiants. En effet, toutes les corrélations sont négatives; c'est-à-dire que plus le sujet prend du temps à répondre, plus la qualité de réponse diminue. Ainsi, les sujets appartenant au groupe expérimental semblent un légèrement plus lambins et spécialement mauvais. Le tableau V illustre ces corrélations et leur probabilité.

Tableau V
Corrélation entre les bonnes réponses et
le temps de réponse

VARIABLES	CORRÉLATIONS	PROBABILITÉS	X ² ⁵
FIG1/TEMPS	-0,6841	,003	29,386 p<0,01
FIG2/TEMPS	-0,3231	,129	
FIG3/TEMPS	-0,2751	,170	
FIG4/TEMPS	-0,2891	,158	
FIG5/TEMPS	-0,4749	,043	
ORIEN1/TEMPS	-0,5658	,011	35,586 p<0,001
ORIEN2/TEMPS	-0,4062	,059	
ORIEN3/TEMPS	-0,5961	,007	
ORIEN4/TEMPS	-0,3755	,075	
ORIEN5/TEMPS	-0,4136	,055	

⁵ X² = -2 fois la somme des ln des probabilités,
s'interprète comme un X².

Chapitre IV
Discussion générale

Les objectifs visés par cette étude étaient de deux ordres: identifier les effets d'une absence de connexion calleuse chez des individus ayant un corps calleux déficitaire et tenter de définir le rôle dynamique de la structure calleuse. Généralement, les résultats de cette recherche semblent concluants quant aux fâcheuses conséquences de l'absence calleuse, quelqu'en soit son origine, sur le transfert interhémisphérique de l'information tactile. D'autre part, nos déductions quant aux fonctions calleuses se joignent à la nouvelle conception, à savoir l'effet facilitateur du corps calleux.

Le présent chapitre, étant la discussion des résultats exposés au chapitre III, se présente avec les mêmes sections que le chapitre précédent: la discussion au sujet des résultats relatifs à la qualité des réponses, puis celle au sujet des temps de bonnes réponses et la discussion quant au lien entre la qualité des réponses et le temps mis à fournir ces réponses. Finalement, une discussion plus globale conclura ce chapitre.

1. Discussion de l'analyse des bonnes réponses

L'analyse des bonnes réponses permet principalement d'identifier la nécessité du corps calleux lors d'une reconnaissance tactile. Globalement, les sujets souffrant d'un corps calleux déficitaire se distinguent clairement

des autres sujets, soit les sujets normaux et les sujets déficients, pour les tâches tactiles. Si l'on s'en tient à notre hypothèse de départ soit que des tests plus difficiles seraient plus sensibles à un déficit calleux, cette expérience tend à prouver que l'absence du corps calleux affecte la performance dans certaines activités. D'ailleurs, l'étude de la variance expliquée démontre bien que le corps calleux est de rigueur lors de certaines tâches. En effet, contrairement aux recherches antérieures (Milner et Jeeves, 1979; Chiarello, 1980; Sauerwein *et al.*, 1981; Lassonde *et al.*, 1986; Jeeves, 1986 et 1988) où la performance des individus dépourvus de connexions calleuses adéquates était comparable à celle des autres sujets, les sujets atteints d'agénésie du corps calleux et les sujets ayant subi une callosotomie précoce testés à l'aide de notre batterie apparaissent plus faibles que les sujets normaux et ceux de même QI.

Plus précisément, ces faibles performances surgissent lors des tâches où l'utilisation simultanée des deux mains est requise. Il est logique de constater de tels résultats car lorsque les deux mains sont employées en même temps, ce sont les fibres ipsilatérales qui entrent en fonction, donc l'information tactile sera interprétée par l'hémisphère ipsilatéral. Ainsi, l'objet touché par la main droite est analysé par l'hémisphère droit, et vice versa pour la main gauche. Normalement, ces informations voyagent par le corps calleux afin d'utiliser les fonctions répertoriées dans l'hémisphère controlatéral et également de comparer les deux objets (Weiskrantz, 1980: voir Cook, 1986). Cependant, dans le cas des individus ayant un corps calleux déficitaire, ces informations demeurent localisées dans l'hémisphère

respectif et n'ont pas accès à l'autre hémisphère de même qu'à l'information contralatérale. Aussi, la comparaison devient impossible à moins qu'un mécanisme compensatoire ne soit activé.

Certains auteurs (Dennis, 1976; Riss *et al.*, 1978; Ettlinger *et al.*, 1979; Milner et Jeeves, 1979; Martin, 1985; Jeeves, 1986; Lassonde *et al.*, 1986 et 1987) ont effectivement fait référence à diverses formes de mécanismes compensatoires pouvant expliquer qu'un individu atteint d'agénésie du corps calleux et qu'un individu ayant subi une callosotomie précoce parvenaient, malgré l'absence calleuse, à transférer l'information. Étant donné que le transfert ne semble pas s'effectuer ici, cette lacune pourrait résulter d'une limite du mécanisme compensatoire (Lassonde *et al.*, 1984a). Toutefois, les résultats obtenus par cette étude n'autorisent nullement à préciser davantage le ou les mécanisme(s) en question; aussi, ferons-nous simplement référence à un mécanisme compensatoire afin d'éliminer certaine confusion. Quoiqu'il en soit, il est intéressant de noter que seuls certains résultats sont significatifs. Aussi, l'utilisation d'un mécanisme compensatoire ne semble efficace qu'en certaines occasions seulement et non autrement. En plus de la comparaison bimanuelle simultanée déjà exposée, le mécanisme compensatoire fait également défaut lors d'une tâche de reconnaissance effectuée par l'hémisphère non concerné par ce travail.

Concernant la tâche sommato-sensorielle, les faibles performances obtenues par les sujets ayant un corps calleux déficitaire pour le protocole *Intra-Figural Main Droite* et le protocole *Intra-Figural Inter-manuel Main*

Gauche sont effectivement intéressantes. Cette tâche s'adresse directement à l'hémisphère droit; il est généralement admis que l'hémisphère droit soit spécialisé en ce qui à trait aux fonctions dites non-verbales (Gazzaniga, 1985), aussi la tâche *Intra-Figural* est-elle qualifiée de non-verbale.

Pour le protocole *Intra-Figural Main Droit*, l'hémisphère gauche (verbal) exécute le double travail de mémorisation et de reconnaissance. Évidemment, les sujets ayant un corps calleux déficitaire échouent systématiquement cette épreuve. Deux raisons pourraient expliquer cet échec. D'une part, l'incapacité de l'hémisphère gauche à mémoriser de l'information non-verbale pourrait justifier cette défaillance. D'autre part, il serait possible que, bien qu'il puisse encorder et stocker de l'information non-verbale, l'hémisphère gauche soit incapable de manipuler cette information pour fin de comparaison. Aussi, ne pourrait-il comparer des indices à caractère non-verbale tirés d'un objet palpé sans le support visuel avec d'autres indices déjà stockés dans sa mémoire. Ces deux suppositions paraissent plausibles. Pourtant, l'analyse du protocole *Intra-Figural Inter-manuel Main Droite* permet de rejeter la première hypothèse.

Pour ce protocole, l'hémisphère gauche mémorise les indices non-verbaux tandis que l'hémisphère droit doit comparer l'information qu'il extrait d'un stimulus aux indices non-verbaux retenus par son opposé. Si l'hémisphère gauche était incapable de retenir des informations non-verbales, cette tâche croisée serait systématiquement rater, ce qui n'est pas le cas dans cette étude. Étant donné que ce protocole est effectivement très bien réussit par

les sujets appartenant au groupe expérimental, il est logique d'en déduire que le stockage de l'information non-verbale par l'hémisphère gauche se fait adéquatement. La première hypothèse étant rejetée, il reste donc la seconde.

L'analyse du protocole *Intra-Figural Inter-manuel Main Gauche*, où l'hémisphère droit mémorise et l'hémisphère gauche compare, révèle que les individus ayant un corps calleux anormal manquent systématiquement cette épreuve. Ainsi, dès que l'hémisphère gauche doit manipuler de l'information non-verbale, qu'il l'ait préalablement mémorisée ou non, il ne parvient pas à identifier correctement les indices. Il serait probable que cette inefficacité soit tributaire, soit à une limite du mécanisme compensatoire, soit aux mécanismes sous-jacents à la spécialisation fonctionnelle proprement dite. Des recherches ultérieures permettraient de trancher la question. Quoi qu'il en soit, l'absence du corps calleux semble affecter l'efficacité de l'hémisphère gauche. Cette déduction rejoint de très près l'hypothèse d'un rôle intégrateur où le corps calleux pourrait non seulement augmenter la performance de chacun des hémisphères mais s'il est absent, il pourrait également l'en diminuer (Berlucchi, 1983; Cook, 1986; Lassonde et al., 1987).

Ces déductions se confirment par leurs équivalences dans la tâche verbale. Les piètres performances obtenues par les sujets ayant un corps calleux anormal pour les protocoles *Orientation Main Gauche* et *Orientation Inter-Manuel Main Droite* sont également étonnantes. Ces tâches s'adressent directement à l'hémisphère gauche, soit l'hémisphère spécialisé dans les fonctions verbales (Gazzaniga, 1985). Pour le protocole *Orientation Main*

Gauche, l'hémisphère droit (non-verbal) exécute le double travail de mémorisation et de reconnaissance. Évidemment, les sujets ayant un corps calleux déficitaire manquent systématiquement cette épreuve. Tel que vu antérieurement dans cet ouvrage, deux facteurs peuvent intervenir dans ce travail, soit l'incapacité de l'hémisphère droit à mémoriser de l'information verbale, et l'inefficacité de cet hémisphère à manipuler adéquatement des indices verbaux.

L'analyse du protocole *Orientation Inter-manuel Main Gauche* autorise le rejet de l'hypothèse concernant une défaillance mnémonique de l'hémisphère droit. En effet, cette tâche, où l'hémisphère droit mémorise les indices verbaux tandis que l'hémisphère gauche assume les comparaisons des indices verbaux mémorisés par son opposé, est particulièrement bien réussit par les sujets ayant un corps calleux déficitaire. Il ne peut donc s'agir d'un trouble de rétention des informations verbales, puisque l'hémisphère droit semble parvenir à retenir ces informations.

L'analyse du protocole *Orientation Inter-manuel Main Droite*, où l'hémisphère gauche mémorise et l'hémisphère droit compare, révèle que les individus appartenant au groupe expérimental ratent systématiquement cette épreuve. Ainsi, dès que l'hémisphère droit doit manipuler de l'information verbale, qu'il l'ait préalablement mémorisée ou non, il ne parvient pas à identifier correctement les indices. Comme ce fut le cas précédemment, la capacité d'analyse de cet hémisphère semble également diminuée par l'absence du corps calleux. Néanmoins, il est curieux de constater que ces résultats

rejoignent ceux démontrés aux études antérieures concernant les individus callosotomisés à l'âge adulte, soit ceux souffrants du syndrome de déconnexion (Gazzaniga et Ledoux, 1978; Gazzaniga, 1985; Lassonde et al., 1984a et 1986).

Par ailleurs, il semblerait que la direction de la préférence manuelle soit purement accessoire à ces tâches. En effet, ce n'est pas parce qu'un sujet est droitier qu'il réussira mieux les tâches nécessitant la main droite que les gauchers, et vice versa. Certains auteurs (Milner et al., 1979) prétendent que les gauchers semblent un tantinet plus latéralisés que les droitiers. Toutefois, nos gauchers ne semblent ni plus ni moins latéralisés que nos droitiers. La seule différence est la direction de la préférence manuelle et celle-ci n'est pas pertinente à cette étude telle que démontrée par le traitement statistique.

2. Discussion de l'analyse des temps de réponse

L'analyse des temps de réponse offre des indices concernant le fonctionnement du mécanisme d'identification qu'utilise le système nerveux central. Ainsi, cette analyse permet de déduire que, dans la présente étude, les sujets ayant un corps calleux déficitaire sont *parfois* plus lents que les autres sujets, soit les sujets normaux et les sujets de même QI. Il est à remarquer que ce résultat diffère aussi de ceux obtenus par les autres recherches (Lassonde et al., 1982, 1984a et 1984b). Ces recherches

rapportaient effectivement que les individus souffrant d'agénésie du corps calleux ainsi que les individus ayant subi une callosotomie à l'enfance manifestaient une lenteur *systématique* en rapport aux sujets contrôles.

Toutefois, ici, les sujets appartenant au groupe expérimental sont plus lents que pour les tâches dichaptiques, où les deux mains sont utilisées simultanément, et pour l'emploi de la main droite lors d'une tâche non-verbale. Encore une fois, il serait logique d'évoquer une limite du mécanisme compensatoire impliqué dans ces tâches. Cependant, d'autres facteurs pourraient également expliquer cette lenteur sporadique.

Globalement, la durée totale de l'expérimentation était plus longue avec les sujets atteints d'agénésie et les sujets ayant subi une callosotomie précoce qu'avec les autres individus. La lenteur requise pour la passation des pré-tests doublée d'un épuisement évident lors de l'expérimentation proprement dite contribuent au prolongement de la période expérimentale. Comment expliquer alors que la lenteur des sujets souffrant d'un corps calleux déficitaire ne soit pas constante? Il est probable qu'un découragement suivi d'un renoncement provoquerait cette alternance de lent-rapide. En fait, les sujets ayant un corps calleux déficitaire pourraient avoir de la difficulté à exécuter certaines tâches et, au lieu de prendre le temps de répondre correctement, ils se décourageraient et répondraient au hasard. L'analyse du lien entre les bonnes réponses et le temps de réponse permettra de trancher la question.

3. Discussion de l'analyse du lien bonne-réponse-temps

Il est intéressant de constater que certaines tâches requéraient plus de temps d'exécution. Afin de mieux saisir les processus sous-jacents, nous avons procédé à l'analyse du lien existant entre les bonnes réponses et le temps de réponse. Cette analyse conduit vers deux constatations importantes.

D'abord, non seulement les sujets du groupe expérimental sont moins bons aux épreuves dichaptiques, mais ils sont également plus lents que les autres sujets. Cette constatation amène à s'interroger sur l'emploi simultané des deux mains. Ainsi, malgré une longue exploration, il apparaît impossible pour un individu ayant un corps calleux déficitaire de comparer des objets palpés par chaque main. La communication inter-hémisphérique étant rompue, le mécanisme compensatoire activé semble effectivement limité dans sa relève (Lassonde et al., 1984a). Bien que cette lenteur d'exécution chez les individus ayant un corps calleux déficitaire soit bien documentée, leurs faibles performances ne sont nullement mentionnées. Au contraire, les autres recherches démontraient que bien qu'ils soient plus lents, ces individus annonçaient une performance comparable à celle des autres sujets (Lassonde et al., 1982, 1984a et 1984b).

La seconde constatation s'adresse à l'ensemble des sujets. Cette étude démontre que le temps mis par le sujet à répondre est inversement proportionnel à la qualité de la réponse. En fait, plus le sujet est lent, moins la réponse est bonne. Ces résultats permettent donc d'inférer que les

sujets ne répondaient pas au hasard, tel que supposé plus haut, puisque dans ce cas, la lenteur de l'émission de la réponse ne serait aucunement corrélée avec la qualité de la réponse. Il est probable que lors d'un long temps de réponse, d'autres mécanismes entrent en jeu venant ainsi contaminer la réponse; ces mécanismes étant soit la logique soit l'analyse du sujet, soit son stress, etc.

4. Discussion globale

Sur le plan pratique, les individus souffrant d'une agénésie du corps calleux ou ayant subi une callosotomie pendant leur enfance semblent affectés par l'absence calleuse, et ce de deux façons. D'abord, ils sont parfois lents à reconnaître des objets touchés sans l'aide de la vision. De plus, ils sont moins bons à reconnaître des objets sans le support visuel que des individus neurologiquement normaux.

La lenteur de ces sujets pourrait se justifier par l'absence même des fibres calleuses. Ainsi, certaines tâches plus difficiles pour un individu sans connexion calleuse adéquate nécessitera plus de temps d'analyse, ce qui solliciterait des influences néfastes dans le travail et viendraient contaminer la réponse. Le mécanisme compensatoire mis en branle serait alors limité dans son influence. De la même façon, cette limite se manifesterait dans la faible performance des sujets ayant un corps calleux déficitaire lors de certaines tâches tactiles.

La présente étude tend à confirmer l'hypothèse du rôle facilitateur de la structure calleuse puisque l'absence de fibres calleuses occasionnerait une diminution de la performance hémisphérique. Ainsi, l'hémisphère non-concerné par la tâche échoue le travail par opposition à son homologue controlatéral. En fait, la tâche est ratée lorsque cet hémisphère doit reconnaître l'objet qu'il vient de comparer au stimulus qu'il vient de mémoriser ou mémorisé par l'hémisphère controlatéral. En d'autres termes, l'hémisphère non-concerné par la tâche semble systématiquement échouer la tâche lorsqu'il est appelé à reconnaître l'objet préalablement mémorisé. D'une part, il serait alors possible de s'interroger sur la qualité exclusivement verbale et non-verbale des stimuli. En effet, dans la tâche verbale, les stimuli utilisés pourraient fort bien présenter une composante non-verbale (e.g. dimension, forme, angle, etc,...) qui vient contaminer le rôle principale de l'hémisphère droit. De la même manière, les stimuli de la tâche non-verbale pourraient comporter une composante verbale (e.g. lettres P, *étoile*, etc,...) qui biaiserait l'identification strictement non-verbale. Si tel est le cas, les résultats de cette étude doivent conséquemment être nuancés. D'autre part, cette particularité pourrait également résulter d'une limite du mécanisme compensatoire. D'ailleurs, ce mécanisme compensatoire mérite une étude ultérieure plus approfondie.

Concrètement, un individu dépourvu de connexion calleuse adéquate aurait avantage à utiliser ses deux mains lorsqu'il doit reconnaître un objet familier sans le support visuel. De même, il devrait éviter de comparer deux objets tenus dans chaque mains, mais de les explorer à l'aide des deux mains.

Conclusion

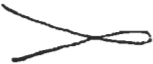


D'une manière générale, les résultats obtenus dans le cadre de cette étude sont très différents de ceux obtenus dans les recherches antérieures. Ainsi, les acalieux échouent la tâche lorsqu'un transfert d'information est nécessaire. De cette façon, notre première hypothèse est vérifiée. De surcroît, la diminution de l'efficacité de chacun des hémisphères cérébraux remarquée chez les acalieux incite à croire que le corps calleux aurait pour fonction non seulement de faciliter le transfert interhémisphérique mais également d'accroître la réactivité de chaque hémisphères et ainsi, d'augmenter la vitesse d'exécution (Berlucchi, 1983).

Cependant, le nombre très restreint de sujet oblige à nuancer ces résultats. Ainsi, il serait intéressant de reprendre l'expérimentation avec un échantillonnage plus imposant. Mais quoi que l'on fasse, il demeure, en neuropsychologie, le problème du diagnostic et de recrutement. En effet, la découverte postmortem de cas asymptomatiques indique bien que tout les cas d'agénésie du corps calleux ne sont pas répertoriés; aussi l'échantillon expérimental testé par cette étude n'est peut-être pas réellement représentatif de la population agénésique. Cependant, ce paramètre ne sera contrôlé que lorsque chaque individu se verra systématiquement imposer une investigation cérébrale détaillée, telle que la tomographie axiale, ce qui est actuellement inconcevable.

Appendice
Protocoles expérimentaux

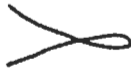
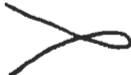
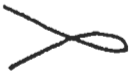
ESPACE INTRA-FIGURAL

ACTIVITE: INTRA-MANUELLE (MAIN DROITE)

















	<u>CIBLE</u>		<u>TRIPLET A APPARIER</u>
1	LETTRE	P	P E T
2	ETOILE	E	E P T
3	ETOILE	P	T P E
4		T	T P E
5	LETTRE	T	T P E
6		E	E T P
7	LETTRE	E	T E P
8	ETOILE	T	P E T
9		P	T E P

ESPACE INTRA-FIGURAL

ACTIVITE: INTRA-MANUELLE (MAIN GAUCHE)


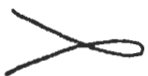
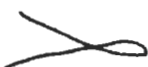
	<u>CIBLE</u>		<u>TRIPLET A APPARIER</u>
1	ETOILE	P	E P T
2	LETTRE	P	T E P
3		T	T P E
4	LETTRE	E	E T P
5	ETOILE	E	P E T
6		P	T E P
7	LETTRE	T	E P T
8		E	E T P
9	ETOILE	T	E P T

ESPACE INTRA-FIGURAL
ACTIVITE: DICHAPTIQUE

	<u>MAIN DROITE</u>	MD	<u>MAIN GAUCHE</u>	MG
1	LETTRE	P	LETTRE	E
2	ETOILE	E	ETOILE	T
3	ETOILE	P	ETOILE	E
4		T		P
5	LETTRE	E	LETTRE	P
6	ETOILE	T	ETOILE	E
7	LETTRE	T	LETTRE	E
8	LETTRE	P	LETTRE	T
9		P		E
10	ETOILE	E	ETOILE	E
11		E		T
12		P		P
13	LETTRE	T	LETTRE	P
14	ETOILE	P	ETOILE	P
15		T		T
16	LETTRE	R	LETTRE	E
17	LETTRE	P	LETTRE	P
18	ETOILE	E	ETOILE	P
19		T		E
20	ETOILE	P	ETOILE	T
21	LETTRE	E	LETTRE	T
22	ETOILE	T	ETOILE	T
23		E		P
24	ETOILE	T	ETOILE	P
25	ETOILE	T	LETTRE	T
26	ETOILE	T	ETOILE	P
27		E		E

ESPACE INTRA-FIGURAL


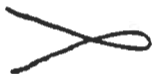

ACTIVITE: INTER-MANUELLE MD → MG

	<u>MAIN DROITE</u>	MD		<u>MAIN GAUCHE</u>	MG	
1	ETOILE	E		P	T	E
2	LETTRE	T		P	E	T
3	ETOILE	P		T	P	E
4		E		E	P	T
5	LETTRE	P		P	T	E
6		T		E	T	P
7	LETTRE	E		T	E	P
8	ETOILE	T		E	T	P
9		P		P	E	T

ESPACE INTRA-FIGURAL

ACTIVITE: INTER-MANUELLE

MG → MD

	<u>MAIN DROITE</u>	MD		<u>MAIN GAUCHE</u>	MG
1		P		E T P	
2	LETTRE	P		T E P	
3	LETTRE	T		P E T	
4	ETOILE	P		E P T	
5		E		T P E	
6		T		E P T	
7	ETOILE	E		P T E	
8	LETTRE	E		T P E	
9	ETOILE	T		T E P	

I N T R A - F I G U R A L

T A C T I L E

Main Gauche (temps)

Main Droite (temps)

P(t)	_____	P(t)	_____
E(t)	_____	E(t)	_____
$\varphi(t)$	_____	$\varphi(t)$	_____
P(e)	_____	P(e)	_____
E(e)	_____	E(e)	_____
$\varphi(e)$	_____	$\varphi(e)$	_____
P(p)	_____	P(p)	_____
E(p)	_____	E(p)	_____
$\varphi(p)$	_____	$\varphi(p)$	_____

V I S U E L

P(t)	_____
E(t)	_____
$\varphi(t)$	_____
P(e)	_____
E(e)	_____
$\varphi(e)$	_____
P(p)	_____
E(p)	_____
$\varphi(p)$	_____

ORIENTATION DES LETTRES
ACTIVITE: INTRA-MANUELLE (MAIN DROITE)

	<u>CIBLE</u>	<u>APPARIEMENTS</u>
1	q	p q d
2	d	d p q
3	p	b q p
4	b	d q b
5	d	q d b
6	d	p d b
7	b	b p d
8	q	q p d
9	p	p d q
10	b	q b d
11	d	p b d
12	b	q d p

ORIENTATION DES LETTRES
ACTIVITE: INTRA-MANUELLE (MAIN GAUCHE)

	<u>CIBLE</u>	<u>APPARIEMENTS</u>
1	p	. q p b
2	q	q p d
3	d	b d q
4	b	d p b
5	p	b q p
6	d	d q b
7	p	p d q
8	b	b d q
9	q	d q p
10	d	b p d
11	b	d b p
12	q	p b q

ORIENTATION DES LETTRES

ACTIVITE: DICHAPTIQUE

	<u>MD</u>	<u>MG</u>
1	p	q
2	q	q
3	d	b
4	b	q
5	d	q
6	q	d
7	p	p
8	b	d
9	q	b
10	d	d
11	q	p
12	p	d
13	b	p
14	b	b
15	p	b
16	d	p

ORIENTATION DES LETTRES

ACTIVITE: INTER-MANUELLE (MD → MG)

	<u>MD</u>	<u>MG</u>
1	q	p q d
2	p	q p b
3	b	d b p
4	p	p b q
5	b	d q b
6	d	p b d
7	q	q b p
8	p	b q p
9	d	d q b
10	q	p d q
11	b	b d q
12	p	d q p

ORIENTATION DES LETTRES

ACTIVITE: INTER-MANUELLE (MG → MD)

	<u>MG</u>	<u>MD</u>
1	d	p d b
2	p	q p b
3	b	d b p
4	q	b p q
5	d	p b d
6	b	b q d
7	q	d q p
8	p	p d q
9	b	d q b
10	p	b q p
11	q	q d p
12	d	d q b

O R I E N T A T I O N

T A C T I L E

Main Gauche (temps)

Main Droite (temps)

p _____

p _____

q _____

q _____

b _____

b _____

d _____

d _____

V I S U E L

p _____

q _____

b _____

d _____

Remerciements

L'auteure désire manifester sa reconnaissance à madame Maryse Lassonde, Ph. D., professeure agrégée de l'Université de Montréal, pour l'aide apportée au démarrage du projet. Elle souhaite spécialement exprimer toute sa gratitude à son directeur de mémoire, monsieur Roger Ward, Ph. D., professeur agrégé, à qui elle est redevable d'une grande disponibilité et d'un support moral essentiel à l'accomplissement de cet ouvrage.

Références

- BEAN, R.B. (1906). Some racial peculiarities of the Negro brain. *American Journal of Anatomy*, 5, 353-432.
- BENOIT-DUBROCARD, S., DELEAUNE, Y., NICHOLOFF, F. (1984). Some data concerning a sensorimotor versus semiotic processing in a form-recognition task. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 999-1006.
- BERLUCCHI, G. (1983). Two hemispheres but one brain. *The behavioral and brain sciences*, 6, 171-172.
- BIGELOW, L.B., NASRALLAH, H.A., RAUSCHER, F.P. (1983). Corpus callosum thickness in chronic schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, 142, 284-287.
- BINKOV, S.M., GLEZER, I. (1968). *The human brain in figures and tables*. New York: Plenum Press.
- BREMER, F., BRIHAY, E., BALISEAUX, G.A. (1956). Physiologie et pathologie du corps calleux. *Schweiz Archiv Für Neurologie und Psychiatrie*, 78, 31-87.
- BRION, S., JEDYNAK, C.P. (1975). *Les troubles du transfert interhémisphérique, étude critique, clinique et anatomique des dysconnexions calleuses*. Paris: Masson.
- BRYDEN, M.P., (1982). *Laterality: functional asymmetry in the intact brain*. New York: Academic Press.
- CHIARELLO, C. (1980). A house divided? Cognitive functioning with callosal agenesis. *Brain and Language*, 11, 128-158.
- COLONNIER, M., (1986). Notes on the early history of the corpus callosum, in F. Lepore, M. Ptito, H.H. Jasper: *Two hemispheres: one brain* (pp. 37-46). New York: Alan Liss Inc.
- CONLON, P., TRIMBLE, M.R. (1988). A study of the corpus callosum in epileptic psychosis using magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 24, 852-857.
- COOK, N.D. (1986). *The brain code*. London: Methuen.
- DE LACOSTE, M.C., HOLLOWAY, R.L., WOODWARD, D.J. (1986). Sex differences in the fetal human corpus callosum. *Human Neurobiology*, 5, 93-96.
- DE LACOSTE-UTAMSING, C., HOLLOWAY, R.L. (1982). Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Science*, 216, 1431-1432.

- DELMAS, A., (1981). *Voies et centre nerveux: introduction à la neurologie*. Paris: Masson.
- DENNIS, M. (1976). Impaired sensory and motor differentiation with corpus callosum agenesis: A lack of callosal inhibition during ontogeny? *Neuropsychologia*, 14, 455-469.
- DOTY, R.W., YAMAGA, K., NEGRAO, N. (1973). The unilateral engram. *Acta Neurolobologica Experimentalis*, 33, 711-728.
- ESCOUROLLE, R., HAUW, J.S., GRAY, F., HENIN, D., (1975). Aspects neuropathologiques des lésions du corps calleux, in F. Michel, B. Schott: *Les syndromes de disconnexion calleuse chez l'homme* (pp. 41-45). Lyon: Presses de l'imprimerie J.P.
- ETTLINGER, G., BLAKEMORE, C.B., MILNER, A.D., WILSON, J. (1974). Agenesis of the corpus callosum: A further behavioural investigation. *Brain*, 103, 773-788.
- GALABURDA, A.M. (1984). Anatomical asymmetries, in N. Geschwind A.M. Galaburda: *Cerebral dominance* (pp. 11-25). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- GAZZANIGA, M.S. (1970). *The bisected brain*. New York: Appleton.
- GAZZANIGA, M.S. (1985). *The social brain*. New York: Basic Books Inc.
- GAZZANIGA, M.S., LEDOUX, J.E. (1978). *The integrated mind*. New York et Londres: Plenum Press.
- HARNER, R.N. (1977). Agenesis of the corpus callosum and associated effects, in E.S. Goldensohn, S.H. Appel: *Scientific approaches to clinical neurology* (pp. 616-627). Philadesphia: Lea et Fediger.
- HOLLOWAY, R.L., DE LACOSTE, M.C. (1986). Sexual dimorphism in the human corpus callosum: an extension and replication study. *Human Neurobiology*, 5, 87-92.
- INNOCENTI, G.M. (1981). Growth and reshaping of axons in the establishment of visual callosal connections. *Science*, 212, 824-827.
- INNOCENTI, G.M. (1986). The genuine organisation of callosal connexions, in E.G. Jones, A.A. Peters: *Cerebral cortex*. New York: Plenum Press.
- JEEVES, M.A. (1986). Callosal agenesis: Neuronal and developmental adaptations, in F. Lepore, M. Ptito, H.H. Jasper: *Two hemispheres: one brain* (pp. 403-421). New York, Alan Liss Inc.

- JEEVES, M.A., SILVER, P.H., MILNE, A.B. (1988). Role of the corpus callosum in the development of bimanual motor skill. *Developmental Neuropsychology*, 4, 305-323.
- JONES, E.G. (1986). Corpus callosum - one system, two approaches, in F. Leporé, M. Ptito, H.H. Jasper: *Two hemispheres: one brain* (pp. 149-164). New York: Alan Liss Inc.
- KERTESZ, A., POLK, M., HOWELL, J., BLACK, S.E. (1987). Cerebral dominance, sex, and callosal size on M.R.I. *Neurology*, 37, 1385-1388.
- KINSBOURNE, M. (1982). Hemispheric specialization and the growth of human understanding. *American Psychologist*, 37, 411-420.
- LASSONDE, M., NOLIN, P., LAURENCELLE, L., GEOFFROY, G. (1982). Évaluation neuropsychologique d'enfants atteints d'agénésie du corps calleux. *Apprentissage et socialisation*, 5, 115-124.
- LASSONDE, M., PTITO, M., LAURENCELLE, L. (1984a). Étude tachistoscopique de la spécialisation hémisphérique chez l'agénésique du corps calleux. *Revue canadienne de psychologie*, 38, 527-536.
- LASSONDE, M., SAUERWEIN, H., LEPORE, F., PTITO, M. (1984b). Apport de la neuropsychologie expérimentale à la neuropsychologie clinique. *Revue québécoise de psychologie*, 5, 105-119.
- LASSONDE, M., SAUERWEIN, H., GEOFFROY, G., DECARIE, M. (1986). Effects of early and late transection of the corpus callosum in children. *Brain*, 109, 953-967.
- LASSONDE, M., LEPORE, F., PTITO, M. (1987). Les fonctions calleuses, in M.I. Botez: *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement* (pp. 183-203). Montréal: Presses de l'Université de Montréal et Masson.
- LASSONDE, M. et al. (1988). Extent and limits of cerebral adjustment to early section or congenital absence of the corpus callosum. *Behavioral Brain Research*, 30, 165-181.
- LEPORÉ, F. (1987). Organisation anatomo-fonctionnelle du système nerveux, in M.I. Botez: *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement* (pp. 25-48). Montréal: Presses de l'Université de Montréal et Masson.
- LEPORÉ, F., PTITO, M., GUILLEMOT, J.-P. (1986). The role of the corpus callosum in the midline fusion, in F. Leporé, M. Ptito, H.H. Jasper: *Two hemisphere: one brain* (pp. 211-229). New York: Alan Liss Inc.
- LEZAK, M.D. (1983). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.

- MARTIN, A. (1985). A qualitative limitation on visual transfer via the anterior commissure: evidence from a case of callosal agenesis. *Brain*, 108, 43-63.
- McKEEVER, W.F., SULLIVAN, K.F., FERGUSON, S.M., RAYPORT, M. (1981). Typical cerebral hemisphere disconnection deficits following corpus callosum section despite sparing of the anterior commissure. *Neuropsychologia*, 19, 745-755.
- MILNER, A.D., JEEVES, M.A. (1979). A review of behavioural studies of agenesis of the corpus callosum, in I.S. Russell, M.W. Van Hof, G. Berlucchi: *Structure and function of the cerebral commissures* (pp. 428-448). London: Macmillan.
- NASRALLAH, H.A., ANDREASEN, N.C., COFFMAN, J.A. et al. (1986). A controlled magnetic resonance study of corpus callosum thickness in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 21, 274-282.
- OLDFIELD, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- PETERS, M. (1988). The size of the corpus callosum in males and females: implications of a lack of allometry. *Canadian Journal of Psychology*, 42, 313-324.
- PLAISANT, O. (1988). La nouvelle histoire du cerveau. *Science et vie: hors série trimestriel*, 162, 8-9.
- PTITO, M., LEPORE, F. (1983). Interocular transfert in cats with early callosal transection. *Nature*, 301, 513-515.
- RAKIC, P., YAKOVLEV, P.I. (1968). Development of the corpus callosum and cavum septi in man. *Journal of Comparative Neurology*, 132, 45-72.
- REITAN, R.M., DAVIDSON, L.A. (1974). *Clinical neuropsychology: Current status and application*. New York: Hemisphere.
- RIDGWAY, S.H. (1986). Physiological observations on dolphins brains, in R.J. Schusterman, J.A. Thomas, F.G. Wood: *Dolphins' cognition and behavior: a comparative approach* (pp. 31-59). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- RISS, G.L., LEDOUX, J., SPRINGER, S.P., WILSON, D.H., GAZZANIGA, M.S. (1978). The anterior commissure in man: Functional variation in a multisensory system. *Neuropsychologia*, 16, 23-31.
- RORKE, L.B., RIGGS, H.E. (1969). *Myelination of the brain in the newborn*. Philadelphia: Lippincott.

- SAUERWEIN, H.C., LASSONDE, M.C., CARDU, B., GOEFFROY, G. (1981). Interhemispheric integration of sensory and motor functions in agenesis of the corpus callosum. *Neuropsychologia*, 19, 445-454.
- SELNES, O.A. (1974). The corpus callosum: some anatomical and functional considerations with special reference to language. *Brain and Language*, 1, 111-139.
- SMITH, A. (1978). *A guideline for evaluation of individual measures of Michigan neuropsychological test battery*. Ann Arbor: University of Michigan Neuropsychology Laboratory.
- SOKAL, R.R., ROHLF, F. (1981). *Biometry*. San Francisco: WTL Freeman.
- SPERRY, R.W. (1974). Lateral specialization in the surgically separated hemispheres, in F.O. Schmitt, A.G. Warden: *The neurosciences third study program* (pp. 5-19), Cambridge: The MIT Press.
- SPERRY, R.W. (1986). Consciousness, personal identity, and the divided brain, in F. Lepore, M. Ptito, H.H. Jasper: *Two hemispheres: one brain* (pp. 3-20). New York: Alan Liss Inc.
- SPERRY, R.W., GAZZANIGA, M.S., BOGEN, J.E. (1969). The neocortical commissures, syndromes of hemisphere disconnection, in P.J. Vinken, G.W. Bruyn: *Handbook of clinical neurology*, 4 (pp. 273-290). Amsterdam: North Holland Publishing Company.
- WAHLSTEN, D. (1982). Deficiency of corpus callosum varies with strain and supplier of mice. *Brain Research*, 239, 329-347.
- WILLIAMS, S.M. (1988). The cerebral hemispheres as a whole rather than as parts. *Psychology: A Journal of Human Behavior*, 25, 42-43.
- WITELSON, S.F. (1985). The brain connection: the corpus callosum is larger in lefthanders. *Science*, 229, 665-668.
- WITELSON, S.F. (1986). Wires of the mind: anatomical variation in the corpus callosum in relation to hemispheric specialization and integration, in F. Lepore, M. Ptito, H.H. Jasper: *Two hemispheres: one brain* (pp. 117-137). New York: Alan Liss Inc.
- YOSHI, F., BARKER, A., APICELLA, J., CHANG, J.S., DUARA, R. (1986). Measurements of the corpus callosum on magnetic resonance scans: effects of age, sex, handedness and disease. *Neurology*, 36, 113.